

## LIETUVOS RESPUBLIKOS ŪKIO MINISTRAS

### Į S A K Y M A S DĖL ŠILUMOS TIEKIMO VAMZDYNŲ NUOSTOLIŲ NUSTATYMO METODIKOS PATVIRTINIMO

2001 m. rugpjūčio 23 d. Nr. 262  
Vilnius

Vadovaudamasis Lietuvos Respublikos energetikos įstatymo (Žin., 1995, Nr. [32-743](#); 1998, Nr. [34-899](#)) 5 straipsniu ir Lietuvos Respublikos Vyriausybės 1998 m. liepos 23 d. nutarimu Nr. 921 „Dėl Lietuvos Respublikos ūkio ministerijos nuostatų patvirtinimo“ (Žin., 1998, Nr. [67-1957](#); 2001, Nr. [61-2186](#)) patvirtintų Lietuvos Respublikos ūkio ministerijos nuostatų 6.2.27 punktu:

1. T v i r t i n u Šilumos tiekimo vamzdynų nuostolių nustatymo metodiką (pridedama).
2. L a i k a u netekusiu galios Energetikos ministerijos 1996 m. liepos 26 d. įsakymą Nr. 195 „Dėl nuostolių šilumos tinkluose nustatymo laikinosios metodikos patvirtinimo“.
3. N u s t a t a u , kad šis įsakymas įsigalioja nuo 2001 m. spalio 1 d.

ŪKIO MINISTRAS

PETRAS ČĖSNA

---

PATVIRTINTA

Lietuvos Respublikos ūkio ministro  
2001 m. rugpjūčio 23 d.  
įsakymu Nr. 262

## ŠILUMOS TIEKIMO VAMZDYNŲ NUOSTOLIŲ NUSTATYMO METODIKA

### I. TAIKYMO SRITIS IR BENDROSIOS NUOSTATOS

1. Ši metodika taikoma šilumos nuostoliams nustatyti vamzdynuose, kuriais teka termofikacinis vanduo, garas, kondensatas ir karštas vanduo buitiniams reikalams.
2. Šioje metodikoje pateiktas šilumos nuostolių skaičiavimas, kai:
  - 2.1. vamzdynai pakloti ore (patalpoje, lauke, pereinamame kanale);
  - 2.2. vamzdynai pakloti bekanaliu būdu;
  - 2.3. vamzdynai pakloti nepereinamuose kanaluose.
3. Didžiausia termofikacinio vandens temperatūra, kuriai esant pateikti duomenys apie šilumos nuostolius vamzdynuose, visais klojimo atvejais, išskyrus bekanalius, 150 °C. Bekanalio klojimo atveju didžiausia temperatūra yra 120 °C.
4. Šilumos nuostolių skaičiavimai atlikti, kai bekanaliu būdu grunte paklotiems vamzdynams šilumą izoliuojančios medžiagos šilumos laidumo koeficientas  $\lambda=0,03 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , o visais kitais atvejais  $\lambda=0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  ir grunto šilumos laidumo koeficientas  $\lambda=1,75 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ .

### II. NUORODOS

5. Šioje metodikoje vartojamos nuorodos į tokius norminius aktus:
  - 5.1. STR 2.09.01:1998. Šilumos tiekimo tinklai ir šilumos punktai.
  - 5.2. RSN 156-94. Statybinė klimatologija.
  - 5.3. STR 2.09.03:1999. Šilumos tiekimo tinklų šiluminė izoliacija.

### III. SĄVOKOS IR APIBRĖŽIMAI

6. Šioje metodikoje vartojamos tokios sąvokos ir jų apibrėžimai:

**Eksploataciniai (faktiniai) šilumos nuostoliai** – šilumos nuostoliai, nustatyti šilumos tinkluose specialiais šiluminiais bandymais.

**Faktiniai norminiai šilumos nuostoliai** – norminiai šilumos nuostoliai, perskaičiuoti esant kitoms, atitinkančioms realią situaciją, šilumnešio ir aplinkos temperatūroms, nei buvo pagal norminius dokumentus.

**Norminiai eksploataciniai metiniai šilumos nuostoliai** – šilumos nuostoliai šilumos tinkle per metus, apskaičiuojami sudedant norminius eksploatacinius mėnesinius šilumos nuostolius.

**Norminiai eksploataciniai vidutiniai mėnesiniai šilumos nuostoliai** – šilumos nuostoliai, nustatyti bandymais šilumos tinkle ir perskaičiuoti pagal vidutinius mėnesio šilumnešio ir aplinkos parametrus.

**Norminiai eksploataciniai vidutiniai metiniai šilumos nuostoliai** – šilumos nuostoliai, nustatyti bandymais šilumos tinkle ir perskaičiuoti pagal vidutinius metinius šilumnešio ir aplinkos parametrus.

**Norminiai šilumos nuostoliai** – norminiais dokumentais nustatyti galimi šilumos nuostoliai, esant konkrečioms šilumnešio ir aplinkos parametrų bei apibrėžtoms vamzdynų klojimo sąlygoms.

**Skaičiuotini šilumos nuostoliai** – šilumos nuostoliai, nustatyti skaičiavimais esant tam tikroms sąlygoms.

**Šilumos nuostoliai** – šiluma, iš vamzdynais tekančio šilumnešio patekusi į tuos vamzdynus supančią aplinką, kai ji tam specialiai neskirta.

**Vidutiniai norminiai šilumos nuostoliai** – norminiai šilumos nuostoliai, perskaičiuoti pagal atitinkamo laikotarpio šilumnešio ir aplinkos vidutinių temperatūrų skirtumą.

#### IV. ŽYMENYS IR SANTRUMPOS

a	ištekėjusio šilumnešio norma	$m^3 / (m^3 \cdot h)$
<b>a ir b</b>	kanalo vidiniai matmenys	m
c	specifinė šiluma	$kJ / (kg \cdot ^\circ C)$
d	cilindrinio kūno skersmuo	m
$d_{ep}$	ekvivalentinis skersmuo, apskaičiuojamas pagal perimetrą	m
$d_{iz}$	izoliuoto vamzdžio skersmuo	m
h	atstumas nuo grunto paviršiaus iki vamzdžio ašies	m
K	bandymais nustatytų ir norminių šilumos nuostolių santykis	
l	vamzdyno ruožo ilgis	m
n	periodo trukmė	h
q	šilumos nuostolių srautas	W/m
Q	šilumos nuostoliai	Wh, kWh, MWh
R	šiluminė varža	$m \cdot K / W$
s	atstumas tarp vamzdžių centrų	m
t	temperatūra	$^\circ C$
v	oro judėjimo greitis	m/s
V	tūris	$m^3$
$\alpha$	šilumos atidavimo koeficientas	$W / (m^2 \cdot K)$
$\beta$	koeficientas, kuriuo įvertinami vietiniai šilumos nuostoliai	
$\lambda$	šilumos laidumo koeficientas	$W / (m \cdot K)$
$\rho$	tankis	$kg / m^3$

#### *Indeksai*

a	aplinka
b	bendras, nustatytas bandymais
ek	ekvivalentinis
f	šilumnešis, fiktyvus
g	gražinimo vamzdis
gr	gruntas
iz	izoliacija
j	ruožo numeris
k	kanalas, eilės numeris
kan	kanale
ks	konstrukcija
l	tinklų klojimo būdų skaičius
m	mėnesinis
met	metinis
n	norminis, izoliacijos sluoksnių skaičius
na	analogiškas nebandytas
nb	nebandytas
o	kanalo vidinis paviršius, oras
p	paviršius, papildomas (a)
r	ruožų skaičius
s	sienelė, šaltas vanduo
t	tiekimo vamzdis
vid	vidutinis
I	ruožo pradžioje
II	ruožo gale
1	pirmas, vidinis
2	antras, išorinis

#### V. BENDRIEJI ŠILUMOS NUOSTOLIŲ SKAIČIAVIMO PRINCIPAI

7. Šilumos nuostoliai apskaičiuojami nustatant vamzdyno atiduodamą šilumos srautą (W) nuo 1 m ilgio cilindro paviršiaus, kuris skaitine reikšme yra lygus šilumos nuostoliams per valandą (Wh). Bendruoju atveju jis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$q = \frac{t_f - t_a}{R}. \quad (5.1)$$

Į (5.1) formulę įeinanti šiluminė varža  $R$  susideda iš atskirų varžų, kurių kiekis priklauso nuo vamzdynų klojimo būdo. Daugiausia jų, kai vamzdynas nutiestas grunte paklotuose kanaluose.

Tuomet bendra šiluminė varža susideda iš tokių atskirų varžų:  $R_v$  – vamzdžio vidinio paviršiaus,  $R_s$  – vamzdžio sienutės,  $R_{iz}$  – izoliacijos, kuri gali būti kelių sluoksnių (antikorozinė danga, pagrindinis izoliacinis sluoksnis, apsauginė danga bei kita) ir susidėti iš jų varžų,  $R_a$  – izoliacijos išorinio paviršiaus,  $R_o$  – kanalo vidinio paviršiaus,  $R_k$  – kanalo sienutės,  $R_{gr}$  – grunto. Ji apskaičiuojama pagal formulę:

$$R = R_v + R_s + R_{iz} + R_a + R_o + R_k + R_{gr}. \quad (5.2)$$

Kai vamzdynai klojami kitokiais būdais, kai kurių šiluminių varžų gali nebūti. Visais atvejais, skaičiuojant šilumos nuostolius šilumos tiekimo tinkluose, neįvertinamos vamzdžio sienutės ir vamzdžio vidinio paviršiaus šiluminės varžos, nes, palyginti su kitomis, jos yra labai mažos ir galutiniam rezultatui neturi įtakos.

8. Šiluminių varžų skaičiavimas:

8.1. Paviršiaus šiluminės varžos. Cilindrinių paviršių varžos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$R_p = \frac{1}{\pi d \alpha}. \quad (5.3)$$

Šilumos atidavimo koeficientui apskaičiuoti naudojamos (5.4) ir (5.5) formulės. (5.4) formulė taikoma, kai vamzdynai yra patalpoje arba kitoje uždaroje aplinkoje, o (5.5) – kai vamzdynai yra atvira ore.

$$\alpha = 9,4 + 0,052(t_p - t_a), \quad (5.4)$$

$$\alpha = 11,6 + 7\sqrt{v}. \quad (5.5)$$

Oro judėjimo greitis  $v$  (m/s) randamas iš [5.2].

Skaičiuojant šiluminę varžą kanalo, kurio forma skiriasi nuo cilindro, (5.3) formulėje vietoj skersmens įrašomas ekvivalentinis skersmuo, apskaičiuojamas pagal perimetrą. Kai kanalas stačiakampis, tai

$$d_{ep} = \frac{2(a+b)}{\pi}. \quad (5.6)$$

8.2. Konstrukcijos sluoksnio šiluminės varžos. Cilindro pavidalo konstrukcijų atskirų sluoksnių varžos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$R_{ks} = \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}. \quad (5.7)$$

8.3. Grunto šiluminė varža. Grunto šiluminė varža apskaičiuojama pagal formulę:

$$R_g = \frac{1}{2\pi\lambda_g} \ln \left( 2 \frac{h}{d_{iz}} + \sqrt{\frac{4h^2}{d_{iz}^2} - 1} \right). \quad (5.8)$$

8.3.1. Tais atvejais, kai šilumos nuostolių skaičiavimuose aplinkos temperatūra yra laikoma vietovės oro temperatūra, turi būti įvertinta grunto paviršiaus varža. Ji dažniausiai įvertinama fiktyviu vamzdyno įgilinimu:

$$h_f = \lambda_{gr} / \alpha_{gr}. \quad (5.9)$$

Grunto paviršiaus šilumos atidavimo aplinkai koeficientas ( $\alpha_{gr}$ ) lygus 10-15 W/(m<sup>2</sup>·K). Tuomet grunto varžai skaičiuoti formulėse tikrasis gylis keičiamas jo ir fiktyviojo gylių suma.

8.3.2. Jeigu greta nutiesti du ar daugiau vienodų vamzdžių, kuriais teka vienodų parametru šilumnešis, tuomet prie grunto šiluminės varžos, apskaičiuotos pagal (5.8) formulę, pridedama papildoma varža, kuria įvertinama gretimų vamzdynų įtaka. Ši papildoma varža apskaičiuojama pagal formulę:

$$R_{gp} = \frac{1}{2\pi\lambda_{gr}} \ln \sqrt{1 + \left( \frac{2h}{s} \right)^2}. \quad (5.10)$$

8.3.3. Jeigu greta pakloti du vamzdynai (jie gali būti skirtingų skersmenų), kuriais teka skirtingų parametrų šilumnešis, tai grunto varža apskaičiuojama kiekvienam vamzdynui atskirai pagal formulę:

$$R_{g1} = \frac{\left( \frac{\lambda_{gr}}{\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz2}}{d_2} + \ln \frac{h_2}{d_{iz2}} \right) \left( \frac{\lambda_{gr}}{\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz1}}{d_1} + \ln \frac{h_1}{d_{iz1}} \right) + \ln \sqrt{\frac{s^2 + (h_1 + h_2)^2}{s^2 + (h_1 - h_2)^2}}}{2\pi\lambda_{gr} \left( \frac{\lambda_{gr}}{\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz2}}{d_2} + \ln \frac{h_2}{d_{iz2}} - \frac{t_{f\bar{e}} - t_a}{t_{f\bar{a}} - t_a} \ln \sqrt{\frac{s^2 + (h_1 + h_2)^2}{s^2 + (h_1 - h_2)^2}} \right)}. \quad (5.11)$$

9. Šilumos nuostolių skaičiavimas:

9.1. Vamzdynai pakloti patalpoje arba atvira ore. Šiuo atveju šilumos nuostoliai skaičiuojami atskirai kiekvienam vamzdynui, neįvertinant greta nutiestų, nes laikoma, kad jie neturi įtakos vienas kitam. Šilumos nuostolių srautas (W/m) surandamas pagal formulę:

$$q = \frac{\pi(t_f - t_a)}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{2\lambda_k} \ln \frac{d_{k+1}}{d_k} + \frac{1}{\alpha d_{n+1}}}. \quad (5.12)$$

5.2.1 pavyzdys. Patalpoje, kurios temperatūra  $t_a=20^\circ\text{C}$ , paklotu  $\varnothing 108 \times 4$  mm plieniniu vamzdžiu, izoliuotu 40 mm mineraline vata, kurios šilumos laidumo koeficientas  $\lambda_{iz}=0,045$  W/(m·K), teka  $150^\circ\text{C}$  temperatūros vanduo. Izoliuoto paviršiaus temperatūra  $t_p=40^\circ\text{C}$ . Apskaičiuoti šilumos nuostolius šio vamzdžio 1 m ilgio ruože.

*Sprendimas.* Pagal (5.4) formulę

$$\alpha=9,4+0,052(40-20)=10,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

Pagal (5.12) formulę apskaičiuojami šilumos nuostoliai per vamzdžio 1 m.

$$q = \frac{\pi(150 - 20)}{\frac{1}{2 \cdot 0,045} \ln \frac{0,188}{0,108} + \frac{1}{10,4 \cdot 0,188}} = 61,2 \text{ W} / \text{m}.$$

*Atsakymas:*  $q=61,2$  W/m.

9.2. Vamzdynai pakloti grunte. Šilumos srautui patekti iš vamzdynų į aplinką trukdo izoliacijos, grunto ir jo paviršiaus šiluminės varžos. Šilumos nuostolių srautas skaičiuojamas pagal formulę:

$$q = \frac{2\pi(t_f - t_a)}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{\lambda_k} \ln \frac{d_{k+1}}{d_k} + \frac{\ln \left( 2 \frac{h}{d_{iz}} + \sqrt{\frac{4h^2}{d_{iz}^2} - 1} \right)}{\lambda_{gr}}}. \quad (5.13)$$

9.2.1. Esant daugiau negu vienam vamzdynui, dėl tarpusavio šiluminės sąveikos keičiasi grunto šiluminė varža, todėl pagal (5.11) formulę surandamos bendros šiluminės varžos kiekvienam vamzdžiui, o po to, jas ir atitinkamas temperatūras įrašius į (5.1) formulę, surandami nuostoliai.

5.2.2 pavyzdys. Bekanaliu būdu 1,5 m gylyje sausame priemolyje greta vienas kito pakloti du  $\varnothing 273 \times 5$  mm plieniniai gamykloje izoliuoti vamzdžiai, kuriais teka šilumnešis – karštas vanduo. Atstumas tarp vamzdžių ašių – 0,65 m. Šilumnešio temperatūra tiekimo vamzdyne  $130^\circ\text{C}$ , o grąžinimo vamzdyne  $70^\circ\text{C}$ . Vamzdžiai izoliuoti poliuretano puta, kurios šilumos laidumo koeficientas  $0,03$  W/(m·K), storis – 5,4 cm. Grunto šilumos laidumo koeficientas  $1,75$  W/(m·K) ir

šilumos atidavimo koeficientas nuo žemės paviršiaus į aplinkos orą  $10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Aplinkos oro temperatūra  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Apskaičiuoti abiejų vamzdžių šilumos nuostolius  $1 \text{ m}$  ilgio ruože.

*Sprendimas.* Fiktyvus vamzdynų įgilinimas, kuriuo įvertinama grunto paviršiaus šiluminė varža, apskaičiuojamas pagal (5.9) formulę:

$$h_f = 1,75/10 = 0,18 \text{ m.}$$

Tuomet bendrasis įgilinimas yra:  $1,5 + 0,18 = 1,68 \text{ m}$ . Pagal (5.11) formulę apskaičiuojama bendra grunto ir izoliacijos sluoksnio šiluminė varža atskirai kiekvienam vamzdžiui:

$$R_2 = \frac{\left( \frac{1,75}{0,03} \ln \frac{0,381}{1,75} + \ln \frac{1,68}{0,381} \right) \left( \frac{1,75}{0,03} \ln \frac{0,381}{1,75} + \ln \frac{1,68}{0,381} \right) + \ln \frac{\sqrt{0,65^2 + (1,68 + 1,68)^2}}{\sqrt{0,65^2 + (1,68 - 1,68)^2}}}{2\pi \cdot 1,75 \cdot \frac{1,75}{0,03} \ln \frac{0,381}{1,75} + \ln \frac{1,68}{0,381}} = 2,080 \text{ m} \cdot \text{K} / \text{W}$$

$$R_1 = \frac{\left( \frac{1,75}{0,03} \ln \frac{0,381}{1,75} + \ln \frac{1,68}{0,381} \right) \left( \frac{1,75}{0,03} \ln \frac{0,381}{1,75} + \ln \frac{1,68}{0,381} \right) + \ln \frac{\sqrt{0,65^2 + (1,68 - 1,68)^2}}{\sqrt{0,65^2 + (1,68 + 1,68)^2}}}{2\pi \cdot 1,75 \cdot \left( \frac{0,03}{1,75} \ln \frac{0,381}{0,381} + \ln \frac{1,68}{1,68} - \frac{70 - 5}{130 - 5} \ln \frac{0,65^2 + (1,68 - 1,68)^2}{0,65^2 + (1,68 + 1,68)^2} \right)} = 1,855 \text{ m} \cdot \text{K} / \text{W}$$

Šios šiluminės varžos įrašomos į (5.1) formulę ir taip gaunami šilumos nuostoliai:

$$q_1 = (130 - 5)/1,855 = 67,4 \text{ W/m}; \quad q_2 = (70 - 5)/2,080 = 31,2 \text{ W/m.}$$

*Atsakymas:*  $q_1 = 67,4 \text{ W/m}; \quad q_2 = 31,2 \text{ W/m}$ .

9.3. Vamzdynai pakloti požeminiuose kanaluose. Požeminiame kanale gali būti vienas arba daugiau vamzdžių. Abiem atvejais reikia apskaičiuoti kanale esančio oro temperatūrą, o po to, laikant orą kanale šilumnešiu panašiai kaip vamzdyne, apskaičiuojami nuostoliai.

9.3.1. Kai vienas vamzdis kanale, oro temperatūra kanale apskaičiuojama pagal formulę:

$$t_k = \frac{t_f (R_0 + R_k + R_{gr}) + t_a (R_{iz} + R_a)}{R_0 + R_k + R_{gr} + R_{iz} + R_a}. \quad (5.14)$$

Šilumos nuostoliai apskaičiuojami pagal formulę:

$$q = \frac{t_f - t_k}{R_{iz} + R_a}. \quad (5.15)$$

5.2.3 pavyzdys. Gelžbetoniniame  $0,6 \times 0,6 \text{ m}$  kanale,  $1,6 \text{ m}$  gylyje sausame priemolyje paklotas vienas  $\varnothing 273 \times 5 \text{ mm}$  plieninis vamzdis, izoliuotas  $70 \text{ mm}$  storio mineralinės vatos sluoksniu, jos šilumos laidumo koeficientas  $0,045 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ . Vamzdžiu teka  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  temperatūros vanduo. Kanalo sienelių ir grunto šilumos laidumo koeficientas  $1,75 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  ir šilumos atidavimo koeficientas nuo žemės paviršiaus į aplinkos orą  $10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Aplinkos oro temperatūra  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Apskaičiuoti šilumos nuostolius šio vamzdžio  $1 \text{ m}$  ilgio ruože.

*Sprendimas.* Pagal sujungtas (5.3) ir (5.7) formules apskaičiuojama vamzdyno bendroji varža, susidedanti iš  $R_{iz}$  ir  $R_a$ . Skaičiavimuose priimtas šilumos atidavimo nuo izoliacijos kanalo orui ir iš oro kanalo sienutei koeficientas yra vienodas ir lygus  $12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

$$R_b = \frac{1}{2\pi \cdot 0,045} \ln \frac{0,413}{0,273} + \frac{1}{\pi \cdot 0,413 \cdot 12} = 1,528 \text{ m} \cdot \text{K} / \text{W}.$$

Apskaičiuojamas kanalo ekvivalentinis skersmuo:

$$d_{ek} = 2(0,6 + 0,6)/\pi = 0,76 \text{ m.}$$

Fiktyvus vamzdynų įgilinimas, kuriuo įvertinama grunto paviršiaus šiluminė varža, apskaičiuojamas pagal (5.9) formulę vietoje  $d_{iz}$  įrašant  $d_{ek}$ :

$$h_f = 1,75/10 = 0,18 \text{ m.}$$

Tuomet bendrasis įgilinimas yra:  $1,6+0,18=1,78$  m. Bendra grunto varža skaičiuojama pagal (5.3) ir (5.8) formules:

$$R_{gr} = \frac{1}{\pi \cdot 0,76 \cdot 12} + \frac{1}{2\pi \cdot 1,75} \ln \left( 2 \frac{1,78}{0,76} + \sqrt{\left( \frac{2 \cdot 1,78}{0,76} \right)^2 - 1} \right) = 0,237 \text{ m} \cdot K / W.$$

Oro temperatūra kanale apskaičiuojama pagal (5.16) formulę vienam vamzdžiui:

$$t_k = \frac{\frac{150}{1,528} + \frac{5}{0,237}}{\frac{1}{1,528} + \frac{1}{0,237}} = 24,5^\circ C$$

Šilumos nuostoliai apskaičiuojami pagal (5.15) formulę:

$$q = \frac{150 - 24,5}{1,528} = 82,1 \text{ W / m}.$$

*Atsakymas:*  $q=82,1$  W/m.

9.3.2. Kai viename požeminiame kanale yra du ir daugiau vamzdžių ( $n$ ), oro temperatūra kanale apskaičiuojama pagal formulę:

$$t_k = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{t_{fj}}{R_j} + \frac{t_a}{R_b}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j} + \frac{1}{R_b}}, \quad (5.16)$$

Kanalo bendroji šiluminė varža ( $R_b$ ) susideda iš jo vidinio paviršiaus, sienutės ir grunto šiluminių varžų ( $R_o$ ,  $R_k$ ,  $R_{gr}$ ), o  $R_j$  ( $j$ -ojo vamzdžio šiluminė varža) susideda iš izoliacijos sluoksnio ir jo paviršiaus šiluminių varžų ( $R_{iz}$ ,  $R_a$ ).

Suradus oro temperatūrą kanale, kiekvieno vamzdžio šilumos nuostoliai apskaičiuojami pagal (5.15) formulę.

5.2.4 pavyzdys. Gelžbetoniniame  $1,2 \times 0,6$  m kanale,  $1,5$  m gylyje sausame priemolyje pakloti du plieniniai  $\varnothing 273 \times 5$  mm vamzdžiai, vienas nuo kito nutolę  $0,52$  m atstumu, vienu teka  $150^\circ C$ , o kitu  $70^\circ C$  temperatūros vanduo. Vamzdžiai izoliuoti atitinkamai  $70$  ir  $40$  mm storio mineralinės vatos sluoksniu, jos šilumos laidumo koeficientas  $0,045$  W/(m·K). Kanalo sienelių bei grunto šilumos laidumo koeficientas  $1,75$  W/(m·K) ir šilumos atidavimo nuo žemės paviršiaus į aplinkos orą koeficientas  $10$  W/(m<sup>2</sup>·K). Aplinkos oro temperatūra  $5^\circ C$ . Apskaičiuoti atskirai kiekvieno vamzdžio šilumos nuostolius  $1$  m ilgio ruože.

*Sprendimas.* Pagal sujungtas (5.3) ir (5.7) formules apskaičiuojamos vamzdinių bendrosios varžos, susidedančios iš  $R_{iz}$  ir  $R_a$ . Skaičiavimuose priimtas šilumos atidavimo nuo izoliacijos kanalo orui ir iš oro kanalo sienutei koeficientas yra vienodas ir lygus  $12$  W/(m<sup>2</sup>·K).

$$R_{b1} = \frac{1}{2\pi \cdot 0,045} \ln \frac{0,413}{0,273} + \frac{1}{\pi \cdot 0,413 \cdot 12} = 1,528 \text{ m} \cdot K / W,$$

$$R_{b2} = \frac{1}{2\pi \cdot 0,045} \ln \frac{0,353}{0,273} + \frac{1}{\pi \cdot 0,353 \cdot 12} = 0,984 \text{ m} \cdot K / W.$$

Apskaičiuojamas kanalo ekvivalentinis skersmuo:

$$d_{ek} = 2(1,2+0,6)/\pi = 1,15 \text{ m}.$$

Fiktyvus vamzdynų įgilinimas, kuriuo įvertinama grunto paviršiaus šiluminė varža, apskaičiuojamas pagal (5.9) formulę:

$$h_f = 1,75/10 = 0,18 \text{ m.}$$

Tuomet bendrasis įgilinimas yra:  $1,6 + 0,18 = 1,78 \text{ m}$ . Bendra grunto varža skaičiuojama pagal (5.3) ir (5.8) formules:

$$R_{gr} = \frac{1}{\pi \cdot 1,15 \cdot 12} + \frac{1}{2\pi \cdot 1,75} \ln \left( 2 \frac{1,78}{1,15} + \sqrt{\left( \frac{2 \cdot 1,78}{1,15} \right)^2 - 1} \right) = 0,187 \text{ m} \cdot K / W.$$

Oro temperatūra kanale apskaičiuojama pagal (5.16) formulę:

$$t_k = \frac{\frac{150}{1,528} + \frac{70}{0,984} + \frac{5}{0,187}}{\frac{1}{1,528} + \frac{1}{0,984} + \frac{1}{0,187}} = 27,9^\circ \text{ C}$$

Šilumos nuostoliai apskaičiuojami pagal (5.15) formulę:

$$q_1 = \frac{150 - 27,9}{1,528} = 79,9 \text{ W / m}$$

$$q_2 = \frac{70 - 27,9}{0,984} = 42,8 \text{ W / m}$$

Atsakymas:  $q_1 = 79,9 \text{ W/m}$ ;  $q_2 = 42,8 \text{ W/m}$ .

9.3.3. Kai vamzdžiai pakloti po vieną į greta esančius du požeminius nepereinamus kanalus. Šiuo atveju apskaičiuojamos kiekvieno vamzdžio bendrosios šiluminės varžos  $R_1$  ir  $R_2$  pagal (5.17) formulę ir vamzdžių savitarpio įtaką įvertinanti šiluminė varža  $R_0$  pagal formulę (5.18).

$$R_1 = \frac{1}{2\pi\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz1}}{d_1} + \frac{1}{\pi d_{iz1} \alpha_v} + \frac{1}{\pi d_{ek}} \ln \left( 2 \frac{h}{d_{iz1}} + \sqrt{\left( \frac{2h}{d_{iz1}} \right)^2 - 1} \right). \quad (5.17)$$

*Pastaba.* Indeksas „1“ (5.17) formulėje reiškia 1-ojo vamzdžio parametrus. Skaičiuojant 2-ojo vamzdžio varžą, atitinkamai įrašomi 2-ojo vamzdžio parametrai.

$$R_0 = \frac{1}{2\pi\lambda_{gr}} \ln \sqrt{1 + \left( \frac{2h}{s} \right)^2}. \quad (5.18)$$

Kiekvieno vamzdžio šilumos nuostoliai apskaičiuojami atitinkamai pagal (5.19) ir (5.20) formules:

$$q_1 = \frac{(t_{f1} - t_a)R_2 - (t_{f2} - t_a)R_0}{R_1 R_2 - R_0^2}, \quad (5.19)$$

$$q_2 = \frac{(t_{f2} - t_a)R_1 - (t_{f1} - t_a)R_0}{R_1 R_2 - R_0^2}, \quad (5.20)$$

## VI. ŠILUMOS NUOSTOLIŲ SKAIČIAVIMO EIGA

10. Šilumos tiekimo vamzdynai yra įrengti arba numatomi įrengti iš vamzdžių, kurie atitinka GOST 8732-78, arba ISO 9330-1 ir ISO 9329-1 reikalavimus, todėl ir skaičiuojant šilumos nuostolius priimti jų matmenys.



11. Šilumos nuostoliai susideda iš šilumos, prarastos per šilumos tiekimo tinklus sudarančių elementų karštus paviršius, ir šilumos, prarastos per nesandarumus su ištekėjusiu šilumnešiu.

12. Skaičiuojant šilumos nuostolius surandamas šilumos nuostolių srautas (W) per vamzdynų paviršius, kuris skaitine reikšme yra lygus šilumos nuostoliams per valandą (Wh) per tą patį paviršių. Po to skaičiuojami vidutiniai šilumos nuostoliai per atitinkamą laikotarpį.

13. Norminis šilumos nuostolių srautas 1 m ilgio izoliuotame vamzdyje skaičiuojamas:

13.1. projektuojamuose ir rekonstruojamuose šilumos tiekimo tinkluose;

13.2. paklotuose šilumos tiekimo tinkluose.

14. Projektuojamuose ir rekonstruojamuose šilumos tiekimo tinkluose norminiai šilumos nuostoliai apskaičiuojami pagal [5.3] reglamente nurodytus šilumos nuostolių srautus, o pramoniniu būdu neardomai izoliuotiems vamzdžiams pagal jų konstrukcijas.

15. Paklotuose šilumos tiekimo tinkluose norminiai šilumos nuostoliai apskaičiuojami pagal jų projektavimo ir statybos metu galiojusius rodiklius.

16. Abiem atvejais apskaičiuojamas vidutinis šilumos nuostolių srautas, taip pat vidutiniai metiniai, vidutiniai sezoniniai ir vidutiniai mėnesiniai šilumos nuostoliai.

17. Šilumos nuostoliai vamzdynuose, esant projektinėms sąlygoms:

17.1. Patalpose klojamų šilumos tiekimo vamzdynų šilumos nuostolių srautai apskaičiuoti pagal (5.12) formulę, laikant, kad patalpos oro temperatūra yra 20 °C, izoliacijos šilumos laidumo koeficientas  $\lambda=0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , o izoliacijos storiai artimi rekomenduotiems [5.3]. Šilumos atidavimo koeficientas, esantis (5.12) formulėje, apskaičiuojamas pagal (5.4) formulę. Patalpose klojamų šilumos tiekimo vamzdynų šilumos nuostolių srautai pateikti 1 lentelėje. Esant kitokioms šilumnešio arba patalpos temperatūroms, palyginti su nurodytomis 1 lentelėje, šilumos nuostolių srautai surandami pagal formulę:

$$q_f = q_l \frac{t_{ff} - t_{af}}{t_{fl} - t_{al}}. \quad (6.1)$$

*Pastaba.* Ši formulė taikoma ir visais kitais toliau nagrinėjamais atvejais, kai reikia perskaičiuoti šilumos nuostolių srautus dėl skirtingų šilumnešio ir aplinkos temperatūrų.

Tais atvejais, kai izoliacinės medžiagos savybės arba sluoksnio storis skiriasi nuo priimtų skaičiuojant, šilumos nuostolių srautai apskaičiuojami pagal (5.12) formulę.

17.2. Atvira ore klojamų šilumos tiekimo vamzdynų šilumos nuostolių srautai apskaičiuoti pagal (5.12) formulę, laikant, kad vidutinė metinė oro temperatūra yra lygi 5 °C, izoliacijos šilumos laidumo koeficientas  $\lambda=0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , o izoliacijos storiai artimi rekomenduotiems [5.3]. Šilumos atidavimo koeficientas, esantis (5.12) formulėje, apskaičiuojamas pagal (5.5) formulę. Atvira ore klojamų šilumos tiekimo vamzdynų apskaičiuoti šilumos nuostolių srautai pateikti 2 lentelėje. Esant kitokioms šilumnešio arba oro temperatūroms, palyginti su nurodytomis šioje lentelėje, šilumos nuostolių srautai surandami pagal (6.1) formulę. Tais atvejais, kai izoliacinės medžiagos savybės arba sluoksnio storis skiriasi nuo priimtų skaičiuojant, šilumos nuostolių srautai apskaičiuoti pagal (5.12) formulę.

17.3. Pereinamuose kanaluose klojamų šilumos tiekimo vamzdynų šilumos nuostolių srautai apskaičiuojami taip pat, kaip ir patalpose klojamų šilumos tiekimo vamzdynų šilumos nuostolių srautai (žr. 17.1).

17.4. Skaičiuojant žemėje klojamų bekanalių šilumos tiekimo vamzdynų šilumos nuostolių srautus išskiriami trys atvejai:

17.4.1. klojamas vienas vamzdis;

17.4.2. greta klojami du vienodi vamzdžiai, kuriais teka tokių pat parametrų šilumnešis;

17.4.3. greta klojami du skirtingi vamzdžiai, kuriais teka skirtingų parametrų šilumnešis.

Visais čia minimais atvejais skaičiavimai atlikti laikant, kad klojami pramoniniu būdu neardomai izoliuoti plieniniai vamzdžiai su poliuretanine šilumos izoliacija, kurios šilumos laidumo koeficientas  $\lambda=0,03 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , ir išoriniu polietilenu apvalkalu, atitinkantys LST EN 253.

17.4.4. Klojamas vienas vamzdis. Klojant žemėje bekanaliu būdu vieną vamzdį šilumos nuostolių srautai apskaičiuojami pagal (5.13) formulę, kurioje aplinkos temperatūra yra

nusistovėjusi grunto temperatūra vamzdžio ašies gylyje, kai  $h \geq 2d_{iz}$ . Kitu atveju aplinkos temperatūra yra tos vietovės oro temperatūra. Tuomet (5.13) formulėje prie tikrojo gylio pridamas fiktyvusis, apskaičiuotas pagal (5.9) formulę.

Šilumos nuostolių srautai, apskaičiuoti tokiu būdu, kaip aprašyta, yra pateikti 3 lentelėje. Skaičiuojant šiuos nuostolius laikyta, kad vamzdžio įgilinimas yra 1,5 m; aplinkos temperatūra yra grunto temperatūra, kuri lygi 5 °C; grunto šilumos laidumo koeficientas lygus 1,75 W/(m·K).

17.4.5. Greta klojami du vienodi vamzdžiai, kuriais teka tokių pat parametrų šilumnešis. Žemėje bekanaliu būdu klojant greta du vienodus vamzdžius, kuriais teka tokių pat parametrų šilumnešis, šilumos nuostolių srautai apskaičiuojami pagal (5.1) formulę, kurioje esanti šiluminė varža susideda iš izoliacijos sluoksnio varžos, grunto šiluminės varžos ir papildomos varžos dėl vamzdžių tarpusavio sąveikos. Šios varžos apskaičiuojamos atitinkamai iš (5.7), (5.8) ir (5.10) formulių. Skaičiavimo rezultatai pateikti 4 lentelėje. Skaičiuojant šiuos nuostolius laikyta, kad vamzdžio įgilinimas yra 1,5 m; aplinkos temperatūra yra grunto temperatūra, kuri lygi 5 °C; grunto šilumos laidumo koeficientas lygus 1,75 W/(m·K). Atstumas tarp vamzdžių centrų parinktas pagal ABB centralizuoto šilumos tiekimo vadove pateiktas rekomendacijas.

17.4.6. Greta klojami du skirtingi vamzdžiai, kuriais teka skirtingų parametrų šilumnešis. Žemėje bekanaliu būdu klojant greta du vienodus vamzdžius, kuriais teka skirtingų parametrų šilumnešis, šilumos nuostolių srautai apskaičiuojami pagal (5.1) formulę, kurioje šiluminė varža kiekvienam vamzdžiui apskaičiuojama atskirai pagal (5.11) formulę. Šioje formulėje yra įvertintos izoliacijos sluoksnio, grunto ir vamzdžių sąveikos šiluminės varžos. Skaičiavimo rezultatai pateikti 5 lentelėje. Skaičiuojant šiuos nuostolius laikyta, kad vamzdžio įgilinimas yra 1,5 m; aplinkos temperatūra yra ties vamzdžių ašimis nusistovėjusi grunto temperatūra, kuri lygi 5 °C; grunto šilumos laidumo koeficientas lygus 1,75 W/(m·K). Šilumnešių temperatūrų deriniai parinkti pagal kokybinio reguliavimo grafiką 130-70 °C. Atstumas tarp vamzdžių centrų parinktas pagal ABB centralizuoto šilumos tiekimo vadove pateiktas rekomendacijas. Esant kitiems parametrams, šilumos nuostolių srautai perskaičiuojami naudojantis (5.1) ir (5.11) formulėmis.

17.5. Skaičiuojant žemėje nepereinamuose kanaluose klojamų šilumos tiekimo vamzdynų šilumos nuostolių srautus skiriami dažniausiai pasitaikantys du atvejai:

17.5.1. klojamas vienas vamzdis;

17.5.2. greta klojami du skirtingi vamzdžiai, kuriais teka skirtingų parametrų šilumnešis.

Čia minimais atvejais skaičiavimai atlikti laikant, kad klojami montavimo vietoje izoliuoti plieniniai vamzdžiai su šilumos izoliacija, kurios šilumos laidumo koeficientas  $\lambda=0,04$  W/(m·K). Šie vamzdžiai atitinka GOST'ą 8732-78.

17.5.3. Klojamas vienas vamzdis. Klojant žemėje nepereinamame kanale vieną vamzdį šilumos nuostolių srautai apskaičiuojami pagal (5.15) formulę, kurioje bendra vamzdžio šiluminė varža apskaičiuota pagal (5.3) ir (5.7) formules. Oro temperatūra kanale apskaičiuota pagal (5.16) formulę. Bendra kanalo ir grunto varža apskaičiuota pagal (5.3) ir (5.8) formules.

Skaičiavimo rezultatai pateikti 6 lentelėje. Skaičiuojant šiuos nuostolių srautus laikyta, kad izoliacijos šilumos laidumo koeficientas  $\lambda=0,04$  W/(m·K), o izoliacijos storiai artimi rekomenduotiems [5.3]; grunto šilumos laidumo koeficientas lygus 1,75 W/(m·K); vamzdžio įgilinimas yra 1,5 m; aplinkos temperatūra, kai  $h < d_{ek}$ , yra tos vietovės oro temperatūra, kuri lygi 5 °C. Tuomet (5.8) formulėje prie tikrojo gylio pridamas fiktyvusis, apskaičiuotas pagal (5.9) formulę. Kitu atveju aplinkos temperatūra yra ties vamzdžių ašimis nusistovėjusi grunto temperatūra.

17.5.4. Klojami du vamzdžiai. Klojant žemėje nepereinamame kanale du vamzdžius skaičiuotini šilumos nuostolių srautai kiekviename vamzdyje surasti pagal (5.15) formulę, kurioje bendra vamzdžio šiluminė varža apskaičiuota pagal (5.3) ir (5.7) formules. Oro temperatūra kanale apskaičiuota pagal (5.16) formulę. Bendra kanalo ir grunto varža apskaičiuota pagal (5.3) ir (5.8) formules.

Skaičiavimo rezultatai pateikti 7, 9.1-9.3 lentelėse. Skaičiuojant šiuos nuostolių srautus laikyta, kad izoliacijos šilumos laidumo koeficientas  $\lambda=0,04$  W/(m·K), o izoliacijos storiai artimi rekomenduotiems [5.3]; grunto šilumos laidumo koeficientas lygus 1,75 W/(m·K); vamzdžio

įgilinimas yra 1,5 m; aplinkos temperatūra, kai  $h < d_{ek}$ , yra tos vietovės oro temperatūra, kuri lygi 5 °C. Tuomet (5.8) formulėje prie tikrojo gylio pridodamas fiktyvusis, apskaičiuotas pagal (5.9) formulę. Kitu atveju aplinkos temperatūra yra ties vamzdžių ašimis nusistovėjusi grunto temperatūra.

17.5.5. Klojami vamzdžiai po vieną į greta esančius du nepereinamus kanalus. Taip klojami didelio skersmens vamzdžiai, kai kiekvienam iš jų reikia atskiro kanalo. Skaičiuotini šilumos nuostolių srautai kiekviename vamzdyje surasti pagal (5.19) ir (5.20) formules, o jiems apskaičiuoti reikalingos šiluminės varžos surandamos pagal (5.17) ir (5.18) formules.

Skaičiavimo rezultatai pateikti 8, 8.1, 9.4 ir 9.5 lentelėse. Skaičiuojant šiuos nuostolių srautus laikyta, kad izoliacijos šilumos laidumo koeficientas  $\lambda = 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ , o izoliacijos storiai artimi rekomenduotiems [5.3]; grunto šilumos laidumo koeficientas lygus  $1,75 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ; vamzdžio įgilinimas yra 1,5 m; aplinkos temperatūra, kai  $h < d_{ek}$ , yra tos vietovės oro temperatūra, kuri lygi 5°C. Tuomet (5.8) formulėje prie tikrojo gylio pridodamas fiktyvusis, apskaičiuotas pagal (5.9) formulę. Kitu atveju aplinkos temperatūra yra ties vamzdžių ašimis nusistovėjusi grunto temperatūra.

18. Vidutiniai norminiai šilumos nuostoliai skaičiuojami pagal (6.2) ir (6.3) formules, panaudojant norminius šilumos nuostolių srautus iš [5.3] arba iš šiame darbe pateiktų, esant atitinkamoms temperatūroms apskaičiuotų šilumos nuostolių srautų, esančių 1-10 lentelėse, kurios sudarytos laikantis [5.3] nurodytų rodiklių, bei norminį vidutinį ištekėjusio šilumnešio debitą.

18.1. Vidutinis norminis šilumos nuostolių srautas (W) per vamzdyno paviršių per metus apskaičiuojamas pagal vidutines šilumnešio ir aplinkos temperatūras per metus. Jis surandamas pagal formulę:

$$Q_{vid.n}^{met} = \sum_{j=1}^r (\beta \times q_{vid.n}^{met} \times l)_j. \quad (6.2)$$

18.1.1. Vidutinis norminis šilumos nuostolių srautas (W/m) j ruožo 1 m ilgio vamzdyje per metus  $q_{vid.n}^{met}$  apskaičiuojamas pagal (6.3) formulę, o koeficientas  $\beta$ , kuriuo įvertinami vietiniai šilumos nuostoliai, parenkamas pagal [5.1].

$$q_{vid.n}^{met} = q_n \frac{t_{fvid}^{met} - t_{vid}^{met.a}}{t_{fn} - t_{an}}. \quad (6.3)$$

18.2. Vidutinis norminis šilumos nuostolių srautas per vamzdynų paviršių per metus šilumos tiekimo tinkluose apskaičiuojamas:

18.2.1. antžeminių tinklų atveju atskirai tiekimo ir grąžinimo vamzdynuose, laikant, kad tarpusavio įtakos nėra;

18.2.2. požeminių tinklų atveju, jeigu paklotas ne vienas vamzdis, tiekimo ir grąžinimo vamzdynų porai su tarpusavyje atitinkančiomis šilumnešio temperatūromis ir atitinkančiais vamzdynų skersmenimis.

18.3. Vidutinis norminis šilumos nuostolių srautas per mėnesį per vamzdynų paviršių apskaičiuojamas naudojantis vidutiniu metiniu šilumos nuostolių srautu ir yra surandamas taip:

18.3.1. antžeminiuose tinkluose:

tiekimo vamzdyne

$$Q_{vid}^{m.t} = Q_{vid}^{met.t} \frac{t_{vid}^{m.t} - t_{vid}^{m.a}}{t_{vid}^{met.t} - t_{vid}^{met.a}}. \quad (6.4)$$

grąžinimo vamzdyne

$$Q_{vid}^{m.g} = Q_{vid}^{met.g} \frac{t_{vid}^{m.g} - t_{vid}^{m.a}}{t_{vid}^{met.g} - t_{vid}^{met.a}}. \quad (6.5)$$

18.3.2. požeminiuose tinkluose skaičiuojami vamzdžių poros (tiekimo ir grąžinimo) vidutiniai šilumos nuostoliai per mėnesį W/m:

$$Q_{vid}^m = Q_{vid}^{met} \cdot \frac{t_{vid}^{m.t} + t_{vid}^{m.g} - 2t_{vid}^{m.a}}{t_{vid}^{met.t} + t_{vid}^{met.g} - 2t_{vid}^{met.a}}. \quad (6.6)$$

**Pastaba.** Skaičiuojant šilumos nuostolius požeminiuose tinkluose aplinkos temperatūra laikoma tos vietovės atitinkamo laikotarpio vidutinė oro temperatūra, kai  $h < 2d_{iz}$  bekanaliu atveju arba  $h < 2d_{ek}$  klojant vamzdžius nepereinamuose kanaluose. Kitu atveju aplinkos temperatūra yra atitinkamo laikotarpio vidutinė grunto temperatūra vamzdyno ašies gylyje.

Norminiai šilumos nuostoliai per mėnesį per visų vamzdynų paviršių (Wh) skaičiuojami pagal formulę:

$$Q^m = (Q_{vid}^{m.t} + Q_{vid}^{m.g} + Q_{vid}^m) \times n. \quad (6.7)$$

19. Vidutiniai norminiai šilumos nuostoliai dėl nutekėjusio šilumnešio per mėnesį (MWh) apskaičiuojami taip:

$$Q_{Gvid}^m = \sum_{j=1}^r \left( \frac{acV\rho \left( \frac{t_{vid}^{m.t} + t_{vid}^{m.g}}{2} - t_{vid}^{m.s} \right)}{3,6} \times n \right)_j \times 10^{-6}. \quad (6.8)$$

19.1. Pagal (6.8) formulę skaičiuojami šilumos nuostoliai visų rūšių šilumos tiekimo ir karšto vandentiekio, turinčio recirkuliacinę liniją, tinkluose. Kai karšto vandentiekio tinklas susideda tik iš tiekimo vamzdyno, šilumos nuostoliai skaičiuojami pagal formulę:

$$Q_{Gvid}^m = \sum_{j=1}^r \left( \frac{acV\rho (t_{vid}^{m.t} - t_{vid}^{m.s})}{3,6} \times n \right)_j \times 10^{-6} \quad (6.9)$$

## VII. EKSPLOATACINIŲ ŠILUMOS NUOSTOLIŲ NUSTATYMAS

20. Norminiai eksploataciniai šilumos nuostoliai per vamzdynų paviršius nustatomi specialiais šiluminiais bandymais šilumos tiekimo tinkle.

20.1. Bandymų tikslas – nustatyti šilumos nuostolius vamzdynuose ir pagal juos įvertinti viso šilumos tiekimo tinklo būklę. Dėl to bandymams reikia pasirinkti tuos ruožus, kurie paklojimo būdu ir šilumine izoliacija yra charakteringi nagrinėjamam tinklui. Bandymai atliekami pasirinkus konkretų šilumnešio temperatūros ir tekėjimo režimą.

20.2. Šilumos nuostoliai turi būti nustatomi bandymais šilumos tiekimo tinkluose, kai juose atliekami esminiai pakeitimai: tinklai rekonstruojami arba išplečiami, pakeičiami izoliacijos šiluminiai rodikliai ir panašiai, tačiau ne rečiau kaip kas penkeri metai.

20.3. Vidutiniais norminiais šilumos nuostoliais vamzdyne per tam tikrą laiką laikomas to vamzdyno vidutinis šilumos nuostolių srautas tuo laikotarpiu per 1 valandą.

20.4. Šilumos nuostoliai dėl ištekėjusio šilumnešio per nesandarumus apskaičiuojami pagal (6.8) formulę, o ištekėjusio šilumnešio norminiai vidutiniai nuostoliai per valandą, skaičiuojant nuošimčiais nuo lauko šilumos tinklų vamzdynų tūrio (čia vidaus sistemų tūris neįskaičiuojamas), turi būti ne didesni kaip:

20.4.1. bekanaliuose vamzdynuose – 0,1% arba  $a = 0,001 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ ;

20.4.2. kanaluose paklotuose vamzdynuose – 0,2% arba  $a = 0,002 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ .

21. Vidutiniai metiniai šilumos nuostoliai:

21.1. Norminiai eksploataciniai vidutiniai metiniai šilumos nuostoliai nustatomi per vamzdynų paviršius visame šilumos tiekimo tinkle pagal bandymo rezultatus to tinklo atskiruose ruožuose, laikantis tokių nuostatų:

21.1.1. ruožuose, kuriuose šilumos nuostoliai nustatyti bandymais, gauti rezultatai perskaičiuojami į vidutinius metinius;

21.1.2. ruožuose, kurie nebuvo bandyti, tačiau pagal klojimo būdą ir izoliacijos konstrukciją yra analogiški išbandytiesiems, priimami norminiai vidutiniai metiniai, padauginti iš korekcijos koeficiento  $K$ , kuris nustatomas pagal šiluminių bandymų rezultatus;

21.1.3. ruožuose, kurie nebuvo bandyti ir pagal klojimo būdą bei izoliacijos konstrukciją skiriasi nuo išbandytųjų, priimami norminiai vidutiniai metiniai be jokių pataisų koeficientų,

21.1.4. norminiai eksploataciniai vidutiniai metiniai šilumos nuostoliai visam šilumos tiekimo tinkle nustatomi sudedant aukščiau minėtų grupių šilumos nuostolius.

21.2. Norminiai vidutiniai metiniai šilumos nuostolių srautai ( $W$ ) požeminio tinklo ruožuose, kurie nebuvo bandyti ir pagal klojimo būdą bei izoliacijos konstrukciją nėra analogiški išbandytiesiems, apskaičiuojami pagal formulę:

$$Q_{vid.n}^{met} = \sum_{j=1}^r (\beta \times (q_m + q_{gn}) \times l)_j . \quad (7.1)$$

Pastaba. Pereinamuose kanaluose ir antžeminio klojimo atveju nuostoliai tiekimo ir grąžinimo vamzdynuose (čia ir toliau) skaičiuojami atskirai kiekvienam vamzdžiui.

21.3. Norminiai šilumos nuostoliai ( $q_n$ ) parenkami iš norminių dokumentų. Tais atvejais, kai konkrečios vietovės šilumnešio ir aplinkos temperatūros neatitinka tų, prie kurių apskaičiuoti norminiuose dokumentuose pateikti norminiai šilumos nuostoliai, tuomet pastarieji tai vietai apskaičiuojami pagal šios metodikos 6 skyriuje nurodytą eigą.

21.4. Vidutinis metinis šilumnešio ir aplinkos (oro arba grunto) temperatūrų skirtumas nustatomas kaip jų vidutinių metinių temperatūrų skirtumas.

21.5. Vidutinė metinė oro ir grunto temperatūra vamzdžio ašies gylyje priimama pagal [5.2] arba artimiausios meteorologinės stoties duomenis.

21.6. Vidutinės metinės šilumnešio temperatūros tiekimo ir grąžinimo vamzdžiuose apskaičiuojamos kaip vidutinių mėnesinių temperatūrų aritmetiniai vidurkiai. Vidutinės mėnesinės tiekimo ir grąžinimo šilumnešio temperatūros nustatomos iš patvirtinto eksploatacinio grafiko pagal vidutines mėnesines vietovės lauko oro temperatūras.

21.7. Norminiai vidutiniai metiniai šilumos nuostolių srautai ( $W$ ) tinklo ruožuose, kurie buvo išbandyti, apskaičiuojami pagal (7.2) formulę:

$$Q_{vid.nb}^{met} = \frac{Q_{tb} (t_{vid}^{met.t} - t_{vid}^{met.a}) + Q_{gb} (t_{vid}^{met.g} - t_{vid}^{met.a})}{\frac{t_t^I + t_t^{II} + t_g^I + t_g^{II}}{4} - t_a} . \quad (7.2)$$

21.8. Norminiai vidutiniai metiniai šilumos nuostolių srautai ( $W$ ) tinklo ruožuose, kurie nebuvo bandyti, tačiau pagal klojimo būdą ir izoliacijos konstrukciją yra analogiški išbandytiesiems, apskaičiuojami pagal formulę:

$$Q_{vid.na}^{met} = Q_{vid.n}^{met} K . \quad (7.3)$$

21.9. Koeficientas  $K$  surandamas naudojantis rezultatais, gautais iš (7.1) ir (7.2) formulių, ir yra apskaičiuojamas tokiu būdu:

$$K = \frac{Q_{vid.nb}^{met}}{Q_{vid.n}^{met}} . \quad (7.4)$$

Apskaičiuojant koeficientą  $K$  bandytoje šilumos tinklų dalyje naudojami susumuoti pagal atskirus skersmenis visi norminiai ir bandymais nustatyti nuostoliai.

22. Mėnesiniai šilumos nuostoliai:

22.1. Norminiai šilumos nuostoliai (MWh), susidarantys per mėnesį šilumos tinklų vamzdynuose, apskaičiuojami bendruoju atveju pagal formulę:

$$Q^m = n \sum_{k=1}^l (Q_{vid}^m)_k \quad (7.5)$$

22.2.  $Q_{vid}^m$  yra apskaičiuojami iš vidutinių metinių norminių šilumos nuostolių, atitinkančių pasirinktą klojimo būdą (žr.(6.4)-(6.6) formules). Bekanalio ir nepereinamuose kanaluose klojimo atveju šilumos nuostoliai skaičiuojami abiejuose vamzdžiuose kartu pagal (7.6) formulę, o tada, kai vamzdynai praversti atvirame ore, šilumos nuostoliai skaičiuojami kiekviename vamzdyje atskirai, pagal (7.7) formulę, įrašant į ją atitinkamas tiekimo ar grąžinamo šilumnešio temperatūras ir kitus dydžius.

$$Q_{vid.kan}^m = Q_{vid.kan}^{met} \frac{t_{vid}^{m.t} + t_{vid}^{m.g} - 2t_{vid}^{m.gr}}{t_{vid}^{met.t} + t_{vid}^{met.g} - 2t_{vid}^{met.gr}}, \quad (7.6)$$

$$Q_{vid.ore}^{m.t} = Q_{vid.ore}^{met.t} \frac{t_{vid}^{m.t} - t_{vid}^{m.o}}{t_{vid}^{met.t} - t_{vid}^{met.o}}. \quad (7.7)$$

Vidutinės mėnesio šilumnešio temperatūros tiekimo ir grąžinimo vamzdynuose nustatomos iš sudaryto eksploatacinio temperatūrinio grafiko prie vidutinės mėnesio oro temperatūros.

22.3. Norminiai šilumos nuostoliai tais mėnesiais, kai keičiasi eksploatacinis režimas dėl šildymo sezono pradžios arba pabaigos, skaičiuojami atskirai kiekvienam periodui į (7.5) formulę įrašant atitinkamą eksploatacijos trukmę.

22.4. Norminės metinių šilumos nuostolių reikšmės visuose šilumos tinkluose išreiškiamos visų mėnesių norminių šilumos nuostolių suma.

23. Norminiai šilumos nuostoliai dėl nutekėjusio šilumnešio:

23.1. Norminiai šilumos nuostoliai (Wh) dėl nutekėjusio šilumnešio apskaičiuojami pagal (6.8) arba (6.9) formules.

23.2. Norminiai šilumos nuostoliai dėl nutekėjusio šilumnešio per metus surandami sudedant apskaičiuotus pagal (6.8) arba (6.9) formules šilumos nuostolius per atitinkamus mėnesius.

23.3. Šilumnešio netektis apskaičiuojama pagal šilumnešio netekties normą, kuri nustatoma kaip atitinkama šilumos tinklų tūrio dalis nuošimčiais, ir matuojama  $m^3/(h \cdot m^3)$ .

24. Faktiniai šilumos nuostoliai:

24.1. Faktiniai šilumos nuostoliai per izoliuotus vamzdynų paviršius apskaičiuojami pagal (7.5)-(7.7) formules, kuriose vidutiniai šilumos nuostoliai surandami pagal faktines vidutines šilumnešio ir oro temperatūras per mėnesį.

Faktinė vidutinė šilumnešio temperatūra yra šilumnešio paros vidutinių temperatūrų vidurkis per mėnesį.

24.2. Faktiniai šilumos nuostoliai per izoliuotus vamzdynų paviršius per metus yra surandami sudedant visus metų mėnesių faktinius šilumos nuostolius.

24.3. Faktiniai šilumos nuostoliai (MWh) per mėnesį dėl nutekėjusio šilumnešio atvirose šilumos tiekimo sistemose apskaičiuojami pagal (6.8) formulę, kurioje faktinė vidutinė šilumnešio temperatūra nustatoma pagal 24.1 p., o uždaroje pagal formulę:

$$Q_{Gvid}^m = \sum_{j=1}^r \left( \frac{cV_f \rho \left( \frac{t_{vid}^{m.t} + t_{vid}^{m.g}}{2} - t_{vid}^{m.s} \right)}{3,6} \right)_j \times 10^{-6}. \quad (7.8)$$

24.4. Faktiniai šilumos nuostoliai dėl nutekėjusio šilumnešio per metus yra surandami sudedant visus metų mėnesių atitinkamus faktinius šilumos nuostolius.

## VIII. NORMINIAI METINIAI ŠILUMOS NUOSTOLIAI PER VAMZDYNŲ PAVIRŠIUS IR DĖL NUTEKĖJUSIO ŠILUMNEŠIO, PRIIMAMI KAINŲ SKAIČIAVIME

25. Norminiai metiniai šilumos nuostoliai (MWh) per vamzdynų paviršius ir dėl nutekėjusio šilumnešio apskaičiuojami pagal formulę:

$$Q_n^{met} = Q_{vid.n}^{met} \times n \times 10^{-6} + Q_{Gvid}^{met}. \quad (8.1)$$

25.1.  $Q_{vid.n}^{met}$  – vidutinis norminis šilumos nuostolių srautas per vamzdyno paviršių per metus (žr. 18.1 ir 18.1.1 p.) apskaičiuojamas naudojantis (6.2) ir (6.3) formulėmis.

25.2. Norminis šilumos nuostolių srautas ( $q_n$ ), esantis (6.3) formulėje, parenkamas iš 1-10 lentelių pagal vamzdynų paklojimo būdą, šilumnešio temperatūras ir kitus minėtose lentelėse nurodytus parametrus. Jeigu šilumnešio ar kurie kiti lentelėse nurodyti parametrai neatitinka realių sąlygų, tuomet ( $q_n$ ) surandamas naudojantis 1-10 lentelių elektroniniu variantu, įrašant į jas tikruosius parametrus.

25.3.  $Q_{Gvid}^{met}$  – norminiai šilumos nuostoliai dėl nutekėjusio šilumnešio per metus surandami sudedant visus metų mėnesių šilumos nuostolius  $Q_{Gvid}^m$  (žr. 19 ir 19.1 p.) dėl nutekėjusio šilumnešio, kurie apskaičiuojami naudojantis (6.8) ir (6.9) formulėmis, priimant  $a$  pagal 20.4 p.

---

1 lentelė. Patalpose praveštų vamzdynų skaičiuotini šilumos nuostoliai.

Vamzdžio skersmuo		Izoliacijos storis		Šilumos nuostoliai W/m, kai izoliacijos šilumos laidumo koeficientas 0,04 W/mK, patalpos temperatūra 20 °C, esant nurodytoms šilumnešio temperatūroms											
D sut.	D iš.	mm	mm	150	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30
mm	mm	mm	mm												
25	32	50	132	22.1	18.7	17.0	15.3	13.6	11.9	10.2	8.5	6.8	5.1	3.4	1.7
32	38	50	138	24.3	20.5	18.7	16.8	14.9	13.1	11.2	9.3	7.5	5.6	3.7	1.9
40	45	50	145	26.7	22.6	20.5	18.5	16.4	14.4	12.3	10.3	8.2	6.2	4.1	2.1
50	57	50	157	30.7	26.0	23.6	21.3	18.9	16.6	14.2	11.8	9.5	7.1	4.7	2.4
65	73	60	193	32.3	27.3	24.8	22.3	19.9	17.4	14.9	12.4	9.9	7.4	5.0	2.5
70	76	60	196	33.1	28.0	25.5	22.9	20.4	17.8	15.3	12.7	10.2	7.6	5.1	2.5
80	89	60	209	36.7	31.0	28.2	25.4	22.6	19.7	16.9	14.1	11.3	8.5	5.6	2.8
100	108	60	228	41.8	35.4	32.2	28.9	25.7	22.5	19.3	16.1	12.9	9.6	6.4	3.2
125	133	60	253	48.5	41.0	37.3	33.6	29.8	26.1	22.4	18.7	14.9	11.2	7.5	3.7
150	159	70	299	49.7	42.0	38.2	34.4	30.6	26.8	22.9	19.1	15.3	11.5	7.6	3.8
200	219	70	359	63.3	53.6	48.7	43.8	39.0	34.1	29.2	24.4	19.5	14.6	9.7	4.9
250	273	70	413	75.5	63.9	58.1	52.3	46.5	40.6	34.8	29.0	23.2	17.4	11.6	5.8
300	325	70	465	87.1	73.7	67.0	60.3	53.6	46.9	40.2	33.5	26.8	20.1	13.4	6.7
350	377	80	537	88.7	75.1	68.2	61.4	54.6	47.8	40.9	34.1	27.3	20.5	13.6	6.8
400	426	80	586	98.4	83.2	75.7	68.1	60.5	53.0	45.4	37.8	30.3	22.7	15.1	7.6
450	478	80	638	108.6	91.9	83.5	75.2	66.8	58.5	50.1	41.8	33.4	25.1	16.7	8.4
500	529	80	689	118.6	100.3	91.2	82.1	73.0	63.8	54.7	45.6	36.5	27.4	18.2	9.1
600	630	90	810	125.2	105.9	96.3	86.7	77.1	67.4	57.8	48.2	38.5	28.9	19.3	9.6
700	720	90	900	140.9	119.3	108.4	97.6	86.7	75.9	65.1	54.2	43.4	32.5	21.7	10.8
800	820	100	1020	144.6	122.4	111.3	100.1	89.0	77.9	66.8	55.6	44.5	33.4	22.3	11.1
900	920	100	1120	160.4	135.7	123.4	111.1	98.7	86.4	74.0	61.7	49.4	37.0	24.7	12.3
1000	1020	100	1220	176.2	149.1	135.5	122.0	108.4	94.9	81.3	67.8	54.2	40.7	27.1	13.6

Pastabos:

1. Šioje lentelėje nurodyti vamzdžiai išorės skersmeniu atitinka GOST'ą 8732-78.
2. Izoliacijos storiai priimti laikantis norminių šilumos nuostolių, nurodytų [5.3].
3. Šilumos nuostoliai apskaičiuoti pagal (5.12) formulę.

2 lentelė. Atvira ore paklotų vamzdynų skaičiuotiniai šilumos nuostoliai

Vamzdžio skersmuo		Izoliacijos storis mm, kai šilumnešio temperatūra			Šilumos nuostoliai W/m, kai izoliacijos šilumos laidumo koeficientas 0,04 W/mK, aplinkos temperatūra +5 °C, esant nurodytoms šilumnešio temperatūroms										
D sutartinis mm	D išorinis mm	350-200	199-100	99-50	350	300	250	200	150	130	100	80	70	60	50
25	32	80	80	50	48.4	41.3	34.3	27.3	20.3	17.5	13.3	13.3	11.5	9.7	8.0
32	38	90	80	50	49.6	42.4	35.2	28.0	22.1	19.0	14.5	14.6	12.7	10.7	8.8
40	45	90	80	50	53.8	46.0	38.2	30.4	24.0	20.7	15.7	16.1	13.9	11.8	9.7
50	57	100	90	50	57.5	49.2	40.8	32.5	25.5	22.0	16.7	18.6	16.1	13.6	11.2
70	76	120	90	50	60.8	52.0	43.2	34.4	30.0	25.8	19.6	22.4	19.4	16.4	13.5
80	89	130	100	60	63.4	54.2	45.0	35.8	30.9	26.6	20.2	22.1	19.1	16.2	13.2
100	108	140	100	60	67.7	57.9	48.1	38.3	34.7	29.9	22.8	25.2	21.8	18.5	15.1
125	133	150	110	60	73.3	62.7	52.1	41.5	37.3	32.1	24.4	29.3	25.4	21.5	17.6
150	159	150	120	60	81.6	69.8	58.0	46.1	39.5	34.1	25.9	33.5	29.0	24.5	20.1
200	219	170	120	70	92.3	78.9	65.6	52.2	49.1	42.4	32.2	38.0	33.0	27.9	22.8
250	273	180	130	70	102.8	87.9	73.0	58.1	54.3	46.8	35.6	45.4	39.3	33.3	27.2
300	325	180	130	70	115.9	99.1	82.3	65.5	61.8	53.3	40.5	52.4	45.4	38.4	31.4
350	377	190	130	80	123.9	105.9	88.0	70.0	69.2	59.6	45.3	53.0	45.9	38.9	31.8



400	426	190	130	80	135.4	115.8	96.1	76.5	76.1	65.6	49.9	58.7	50.9	43.1	35.2
450	478	190	140	80	147.5	126.1	104.7	83.4	78.6	67.8	51.5	64.8	56.2	47.5	38.9
500	529	200	140	80	153.1	130.9	108.7	86.5	85.2	73.5	55.8	70.7	61.3	51.9	42.4
600	630	200	140	90	175.1	149.8	124.4	99.0	98.3	84.7	64.4	74.2	64.3	54.4	44.5
700	720	210	140	100	187.1	160.0	132.9	105.8	109.8	94.7	72.0	76.0	65.8	55.7	45.6
800	820	220	140	100	199.9	170.9	142.0	113.0	122.6	105.7	80.3	85.1	73.7	62.4	51.0
900	920	230	150	110	211.5	180.8	150.2	119.5	127.3	109.8	83.4	86.4	74.9	63.4	51.9
1000	1020	240	150	120	222.0	189.8	157.7	125.5	139.0	119.9	91.1	87.5	75.9	64.2	52.5

Pastabos:

1. Šioje lentelėje nurodyti vamzdžiai išorės skersmeniu atitinka GOSTą 8732-78.
2. Izoliacijos storiai priimti laikantis norminių šilumos nuostolių, nurodytų [5.3].
3. Šilumos nuostoliai apskaičiuoti pagal (5.12) formulę.
4. Šilumos atidavimo koeficientas apskaičiuotas iš (5.5) formulės, kai vid. vėjo greitis 4 m/s.

3 lentelė. Žemėje (bekanaliu būdu) paklotų vamzdinių, kai yra tik vienas vamzdis, skaičiuotini šilumos nuostoliai

Vamzdžio skersmuo		Izoliacijos		Šilumos nuostoliai W/m, kai izoliacijos šilumos laidumo koeficientas 0,03 W/mK, aplinkos temperatūra +5 °C, esant nurodytoms šilumnešio temperatūroms											
D sutartinis mm	D išorinis mm	storis mm	skersmuo mm	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	
25	33.7	25.95	85.6	23.4	21.6	19.7	17.8	15.9	14.1	12.2	10.3	8.4	6.6	4.7	
32	42.4	31.3	105	24.1	22.2	20.3	18.3	16.4	14.5	12.5	10.6	8.7	6.8	4.8	
40	48.3	28.35	105	27.8	25.6	23.4	21.2	18.9	16.7	14.5	12.3	10.0	7.8	5.6	
50	60.3	29.85	120	31.2	28.7	26.2	23.7	21.2	18.7	16.2	13.7	11.2	8.7	6.2	
65	76.1	28.95	134	37.3	34.3	31.4	28.4	25.4	22.4	19.4	16.4	13.4	10.5	7.5	
80	88.9	32.55	154	38.5	35.4	32.3	29.2	26.2	23.1	20.0	16.9	13.8	10.8	7.7	
100	114.3	39.65	193.6	40.2	37.0	33.8	30.6	27.3	24.1	20.9	17.7	14.5	11.3	8.0	
125	139.7	39.15	218	46.9	43.2	39.4	35.7	31.9	28.2	24.4	20.6	16.9	13.1	9.4	
150	168.3	36.95	242.2	56.2	51.7	47.2	42.7	38.2	33.7	29.2	24.7	20.2	15.7	11.2	
200	219.1	43.05	305.2	61.6	56.6	51.7	46.8	41.9	36.9	32.0	27.1	22.2	17.2	12.3	
250	273	57.2	387.4	59.3	54.6	49.8	45.1	40.3	35.6	30.9	26.1	21.4	16.6	11.9	
300	323.9	56.05	436	68.8	63.3	57.8	52.3	46.8	41.3	35.8	30.3	24.8	19.3	13.8	
350	355.6	64.4	484.4	66.9	61.5	56.2	50.8	45.5	40.1	34.8	29.4	24.1	18.7	13.4	
400	406.4	49	504.4	91.2	83.9	76.6	69.3	62.0	54.7	47.4	40.1	32.8	25.5	18.2	
450	457.2	42.6	542.4	111.1	102.2	93.3	84.4	75.6	66.7	57.8	48.9	40.0	31.1	22.2	
500	508	51.1	610.2	105.9	97.5	89.0	80.5	72.0	63.6	55.1	46.6	38.1	29.7	21.2	
550	558.8	64.5	687.8	96.3	88.6	80.9	73.2	65.5	57.8	50.1	42.4	34.7	27.0	19.3	
600	609.6	72.7	755	94.5	87.0	79.4	71.8	64.3	56.7	49.1	41.6	34.0	26.5	18.9	

Pastabos:

1. Šioje lentelėje nurodyti vamzdžiai atitinka ABB centralizuoto šilumos tiekimo vadove aprašytuosius vamzdžius.
2. Izoliacijos storiai priimti pagal ABB centralizuoto šilumos tiekimo vadove nurodytus standartinius tarpus tarp plieninių ir apvalkalinių vamzdžių.
3. Šilumos nuostoliai apskaičiuoti pagal (5.13) formulę.

4 lentelė. Žemėje (bekanaliu būdu) paklotų vamzdinių, kai greta du vienodi vamzdžiai su tokių pat parametru šilumnešiu, skaičiuotini šilumos nuostoliai

Vamzdžio skersmuo		Izoliacijos		Apval- kalo skersmuo	Atst. tarp ašių	Šilumos nuostoliai W/m, kai izoliacijos šilumos laidumo koeficientas 0,03 W/mK, aplinkos temperatūra +5 °C, esant nurodytoms šilumnešio temperatūroms
D sutartinis	D išorinis	storis	skersmuo			

mm	mm	mm	mm	mm	m	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30
25	33.7	25.95	85.6	90	0.24	22.5	20.7	18.9	17.1	15.3	13.5	11.7	9.9	8.1	6.3	4.5
32	42.4	31.3	105	110	0.26	23.1	21.3	19.4	17.6	15.7	13.9	12.0	10.2	8.3	6.5	4.6
40	48.3	28.35	105	110	0.26	26.5	24.4	22.3	20.2	18.0	15.9	13.8	11.7	9.5	7.4	5.3
50	60.3	29.85	120	125	0.275	29.6	27.2	24.8	22.5	20.1	17.7	15.4	13.0	10.6	8.3	5.9
65	76.1	28.95	134	140	0.29	35.1	32.3	29.5	26.7	23.9	21.1	18.2	15.4	12.6	9.8	7.0
80	88.9	32.55	154	160	0.31	36.2	33.3	30.4	27.5	24.6	21.7	18.8	15.9	13.0	10.1	7.2
100	114.3	39.65	193.6	200	0.35	37.8	34.8	31.8	28.7	25.7	22.7	19.7	16.6	13.6	10.6	7.6
125	139.7	39.15	218	225	0.475	44.1	40.6	37.1	33.5	30.0	26.5	22.9	19.4	15.9	12.4	8.8
150	168.3	36.95	242.2	250	0.5	52.3	48.2	44.0	39.8	35.6	31.4	27.2	23.0	18.8	14.7	10.5
200	219.1	43.05	305.2	315	0.565	57.2	52.7	48.1	43.5	38.9	34.3	29.8	25.2	20.6	16.0	11.4
250	273	57.2	387.4	400	0.65	55.6	51.2	46.7	42.3	37.8	33.4	28.9	24.5	20.0	15.6	11.1
300	323.9	56.05	436	450	0.7	64.1	59.0	53.8	48.7	43.6	38.5	33.3	28.2	23.1	17.9	12.8
350	355.6	64.4	484.4	500	0.75	62.6	57.6	52.6	47.5	42.5	37.5	32.5	27.5	22.5	17.5	12.5
400	406.4	49	504.4	520	0.77	83.4	76.8	70.1	63.4	56.7	50.1	43.4	36.7	30.0	23.4	16.7
450	457.2	42.6	542.4	560	0.81	100.	92.2	84.2	76.2	68.1	60.1	52.1	44.1	36.1	28.1	20.0
500	508	51.1	610.2	630	0.88	96.5	88.8	81.1	73.3	65.6	57.9	50.2	42.5	34.7	27.0	19.3
550	558.8	64.5	687.8	710	0.96	88.9	81.8	74.7	67.5	60.4	53.3	46.2	39.1	32.0	24.9	17.8
600	609.6	72.7	755	780	1.03	87.7	80.7	73.7	66.7	59.7	52.6	45.6	38.6	31.6	24.6	17.5

Pastabos:

1. Šioje lentelėje nurodyti vamzdžiai atitinka ABB centralizuoto šilumos tiekimo vadove aprašytuosius vamzdžius.

2. Izoliacijos storiai priimti pagal ABB centralizuoto šilumos tiekimo vadove nurodytus standartinius tarpus tarp plieninių ir apvalkalinių vamzdžių.

3. Norminiai šilumos nuostoliai apskaičiuoti pagal (5.1) formulę, o šiluminės varžos pagal (5.7), (5.8) ir (5.10) formules.

5 lentelė. Žemėje (bekanaliu būdu) paklotų vamzdinių, kai greta du vienodi vamzdžiai su skirtingų temperatūrų šilumnešiu, skaičiuotini šilumos nuostoliai

Vamzdžio skersmuo		Izoliacijos		Apval-kalo D	Atstumas tarp ašių m	Šilumos nuostoliai W/m, kai izoliacijos šilumos laidumo koeficientas 0,03 W/mK, aplinkos temperatūra +5 °C, esant nurodytoms šilumnešio temperatūroms															
D sut. mm	D iš. mm	stori s mm	D mm			130	70	120	60	100	65	80	55	70	50	110	50	90	50	65	50
25	33.7	25.95	85.6	90	0.24	23.1	11.2	21.3	9.4	17.5	10.5	13.8	8.8	11.9	8.0	19.5	7.6	15.7	7.8	11.0	8.0
32	42.4	31.3	105	110	0.26	23.8	11.6	21.9	9.7	18.0	10.9	14.2	9.1	12.3	8.2	20.1	7.9	16.2	8.0	11.3	8.2
40	48.3	28.35	105	110	0.26	27.4	13.2	25.3	11.1	20.8	12.4	16.4	10.4	14.2	9.4	23.2	8.9	18.7	9.2	13.0	9.5
50	60.3	29.85	120	125	0.275	30.7	14.7	28.4	12.3	23.3	13.9	18.3	11.6	15.9	10.5	26.0	9.9	20.9	10.2	14.6	10.6
65	76.1	28.95	134	140	0.29	36.8	17.3	34.0	14.5	27.8	16.4	21.9	13.8	19.0	12.4	31.2	11.1	25.1	12.5	17.5	12.5
80	88.9	32.55	154	160	0.31	38.0	17.9	35.1	14.9	28.7	16.9	22.6	14.2	19.6	12.8	32.1	12.0	25.4	12.8	18.0	12.9
100	114.3	39.65	193.6	200	0.35	39.8	18.7	36.7	15.7	30.1	17.7	23.7	14.9	20.5	13.7	33.7	12.6	27.1	13.9	18.5	13.5
125	139.7	39.15	218	225	0.475	46.7	22.0	43.2	18.4	35.3	20.8	27.8	17.4	24.1	15.8	39.5	14.8	31.8	15.3	22.9	15.9
150	168.3	36.95	242.2	250	0.5	56.1	25.9	51.9	21.6	42.4	24.6	33.4	20.7	28.9	18.7	47.6	17.3	38.0	18.6	26.9	18.9
200	219.1	43.05	305.2	315	0.56	61.7	28.1	57.1	23.4	46.2	27.7	36.2	22.3	31.0	20.5	52.1	18.4	42.1	19.9	29.0	20.0

		5	2		5		4		6	6	0	7	7	8	5	3	9	0	7	2	7
250	273	57.2	387.4	400	0.65	59.6	27.8	55.1	23.2	45.1	26.4	35.5	22.7	30.7	20.0	50.5	18.6	40.6	19.3	28.3	20.2
300	323.9	56.0	436.5	450	0.7	69.5	32.0	64.3	26.7	52.5	30.5	41.4	25.6	35.8	23.1	58.9	21.3	47.4	22.2	32.9	23.4
350	355.6	64.4	484.4	500	0.75	67.6	31.4	62.5	26.2	51.1	29.9	40.3	25.0	34.8	22.6	57.3	21.0	46.1	21.8	32.0	22.9
400	406.4	49	504.4	520	0.77	93.0	41.2	86.1	34.1	70.1	39.6	55.2	33.3	47.7	30.2	79.0	27.1	63.4	28.6	43.8	30.6
450	457.2	42.6	542.4	560	0.81	114.2	48.7	105.9	40.1	85.9	47.3	67.6	39.9	58.4	36.2	97.3	31.5	77.8	33.9	53.6	36.8
500	508	51.1	610.2	630	0.88	109.1	47.7	101.1	39.4	82.2	46.0	64.7	38.8	56.0	35.1	92.8	31.2	74.4	33.2	51.4	35.6
550	558.8	64.5	687.8	710	0.96	99.2	44.7	91.8	37.1	74.8	42.8	58.9	36.0	51.0	32.6	84.2	29.6	67.6	31.1	46.8	33.0
600	609.6	72.7	755	780	1.03	97.6	44.5	90.3	37.0	73.6	42.5	58.0	35.7	50.2	32.3	82.8	29.5	66.5	30.9	46.1	32.6

Pastabos:

1. Šioje lentelėje nurodyti vamzdžiai atitinka ABB centralizuoto šilumos tiekimo vadove aprašytuosius vamzdžius.
2. Izoliacijos storiai priimti pagal ABB centralizuoto šilumos tiekimo vadove nurodytus standartinius tarpus tarp plieninių ir apvalkalinių vamzdžių.
3. Šilumos nuostoliai apskaičiuoti pagal (5.1) formulę, o šiluminės varžos – pagal (5.11) formulę.

6 lentelė. Požeminiame nepereinamame kanale pakloto vieno vamzdžio skaičiuotini šilumos nuostoliai

Vamzdžio skersmuo		Izoliacijos		Kanalų skersmuo D <sub>ekv.</sub> m	Bendros varžos		Šilumos nuostoliai W/m, kai izoliacijos šilumos laidumo koeficientas 0,04 W/mK, esant nurodytoms šilumnešio temperatūroms													
D sut. mm	D iš. mm	storis mm	D mm		m K/W vamzdžio	grunt o	150	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40			
25	32	50	132	0.675	5.841	0.089	24.5	21.1	19.4	17.7	16.0	14.3	12.6	11.0	9.3	7.6	5.9			
32	38	50	138	0.675	5.325	0.089	26.8	23.1	21.2	19.4	17.5	15.7	13.9	12.0	10.2	8.3	6.5			
40	45	50	145	0.675	4.840	0.089	29.4	25.4	23.3	21.3	19.3	17.2	15.2	13.2	11.2	9.1	7.1			
50	57	50	157	0.675	4.201	0.089	33.8	29.1	26.8	24.5	22.1	19.8	17.5	15.1	12.8	10.5	8.2			
65	73	60	193	0.675	4.007	0.089	35.4	30.5	28.1	25.6	23.2	20.8	18.3	15.9	13.4	11.0	8.5			
70	76	60	196	0.675	3.906	0.089	36.3	31.3	28.8	26.3	23.8	21.3	18.8	16.3	13.8	11.3	8.8			
80	89	60	209	0.675	3.525	0.089	40.1	34.6	31.8	29.1	26.3	23.5	20.8	18.0	15.2	12.5	9.7			
100	108	60	228	0.675	3.090	0.089	45.6	39.3	36.2	33.0	29.9	26.7	23.6	20.4	17.3	14.2	11.0			
125	133	60	253	0.675	2.664	0.089	52.7	45.4	41.8	38.1	34.5	30.9	27.2	23.6	20.0	16.3	12.7			
150	159	70	299	0.675	2.602	0.089	53.9	46.4	42.7	39.0	35.3	31.6	27.9	24.2	20.4	16.7	13.0			
200	219	70	359	0.968	2.041	0.052	69.3	59.7	54.9	50.2	45.4	40.6	35.8	31.1	26.3	21.5	16.7			
250	273	70	413	0.968	1.712	0.052	82.2	70.9	65.2	59.5	53.9	48.2	42.5	36.9	31.2	25.5	19.8			
300	325	70	465	1.159	1.483	0.039	95.3	82.1	75.6	69.0	62.4	55.9	49.3	42.7	36.1	29.6	23.0			
350	377	80	537	1.159	1.457	0.039	96.9	83.5	76.9	70.2	63.5	56.8	50.1	43.4	36.8	30.1	23.4			
400	426	80	586	1.159	1.314	0.039	107.1	92.4	85.0	77.6	70.2	62.8	55.4	48.0	40.6	33.2	25.9			
450	478	80	638	1.159	1.191	0.039	117.9	101.6	93.5	85.4	77.3	69.1	61.0	52.9	44.7	36.6	28.5			
500	529	80	689	1.529	1.090	0.024	130.1	112.1	103.2	94.2	85.2	76.3	67.3	58.3	49.3	40.4	31.4			
600	630	90	810	1.529	1.033	0.024	137.1	118.2	108.8	99.3	89.8	80.4	70.9	61.5	52.0	42.6	33.1			
700	720	90	900	1.529	0.918	0.024	153.9	132.7	122.1	111.5	100.9	90.2	79.6	69.0	58.4	47.8	37.2			

800	820	100	1020	2.102	0.895	0.013	159.8	137.7	126.7	115.7	104.7	93.7	82.6	71.6	60.6	49.6	38.6
900	920	100	1120	2.102	0.807	0.013	176.9	152.5	140.3	128.1	115.9	103.7	91.5	79.3	67.1	54.9	42.7
1000	1020	110	1240	2.102	0.799	0.013	178.7	154.0	141.7	129.4	117.0	104.7	92.4	80.1	67.8	55.4	43.1

Pastabos:

1. Šioje lentelėje nurodyti vamzdžiai išorės skersmeniu atitinka GOST'ą 8732-78.
2. Izoliacijos storiai priimti laikantis norminių šilumos nuostolių, nurodytų [5.3].
3. Šilumos nuostolių skaičiavimo eiga 5.2.3 pavyzdyje.

7 lentelė. Požeminiame nepereinamame kanale, kai greta pakloti du vienodi vamzdžiai su skirtingų temperatūrų šilumnešiu, skaičiuotini šilumos nuostoliai

Vamzdžio skersmuo		Izoliacijos storis mm		Izoliacijos skersmuo D mm		Kanalo	Bendros varžos m K/W			Šilumos nuostoliai W/m, kai izoliacijos šilumos laidumo koeficientas 0,04 W/mK, esant šilumnešio temperatūroms					
D sutartinis mm	D išorinis mm	tiekimo vamzdyje	gražinio vamzdyje	tiekimo vamzd.	gražinio vamzd.	D <sub>ekv.</sub> m	vamzdžių		grunto	110	50	90	50	65	50
							tiekimo	gražinio							
25	32	50	40	132	112	0.669	5.841	5.223	0.249	16.9	7.5	13.6	7.6	9.5	7.8
32	38	50	40	138	118	0.669	5.325	4.735	0.249	18.5	8.3	14.9	8.3	10.4	7.6
40	45	50	40	145	125	0.669	4.840	4.278	0.249	20.2	8.8	16.3	9.0	11.3	8.2
50	57	50	40	157	137	0.669	4.201	3.684	0.249	23.0	10.0	18.5	10.3	12.9	9.3
65	73	60	40	193	153	0.669	4.007	3.118	0.249	24.0	11.6	19.3	11.9	13.4	9.6
70	76	60	40	196	156	0.669	3.906	3.032	0.249	24.6	11.9	19.7	12.2	13.7	9.8
80	89	60	40	209	169	0.669	3.525	2.709	0.249	27.0	12.9	21.6	13.4	15.0	10.7
100	108	60	40	228	188	0.860	3.090	2.347	0.216	30.8	15.0	24.7	15.5	17.1	12.2
125	133	60	40	253	213	0.860	2.664	1.999	0.216	35.2	16.9	28.2	17.6	19.4	13.8
150	159	70	50	299	259	0.860	2.602	2.044	0.216	36.0	16.5	28.8	17.1	19.9	14.1
200	219	70	50	359	319	1.146	2.041	1.580	0.181	45.5	20.9	36.5	21.8	25.1	17.8
250	273	70	50	413	373	1.146	1.712	1.313	0.181	53.2	23.7	42.5	25.0	29.2	20.4
300	325	70	50	465	425	1.529	1.483	1.130	0.147	61.9	28.1	49.5	29.5	34.0	23.9
350	377	80	60	537	497	1.529	1.457	1.153	0.147	62.9	27.5	50.3	28.9	34.6	24.3
400	426	80	60	586	546	1.529	1.314	1.036	0.147	68.9	29.5	55.0	31.2	37.7	26.3
450	478	80	60	638	598	1.529	1.191	0.936	0.147	75.0	31.4	59.9	33.4	40.9	28.3
500	529	80	60	689	649	2.102	1.090	0.855	0.108	84.3	37.3	67.4	39.2	46.3	32.6
600	630	80	60	790	750	2.102	0.934	0.729	0.108	96.5	41.3	77.0	43.8	52.7	36.7

Pastabos:

1. Šioje lentelėje nurodyti vamzdžiai išorės skersmeniu atitinka GOST'ą 8732-78.
2. Izoliacijos storiai priimti laikantis norminių šilumos nuostolių, nurodytų [5.3].
3. Šilumos nuostolių skaičiavimo eiga 5.2.4 pavyzdyje.

7.1 lentelė. Požeminiame nepereinamame kanale, kai greta pakloti du vienodi vamzdžiai su skirtingų temperatūrų šilumnešiu, skaičiuotini šilumos nuostoliai

Vamzdžio skersmuo		Izoliacijos storis mm		Izoliacijos D mm		Kanalo	Bendros varžos m K/W			Norminiai šilumos nuostoliai W/m, kai izoliacijos šilumos laidumo koeficientas 0,04 W/mK, esant nurodytoms šilumnešio temperatūroms											
D sut. mm	D iš. mm	tiek. vamz.	gražn. vamz.	tiek. vamz.	gražn. vamz.	d <sub>ek</sub> m	vamzdžių		grunto	150	70	130	70	120	60	100	65	90	50.0	70	50
							tiekimo	gražn.													



mm	mm	vamz d.	vamz d.	vamz d.	vamz d.	m	tiekim o	grąžin .		110	50	90	50	65	50
700	720	80	60	880	840	1.529	1.029	0.850	0.085	91.2	39.9	73.1	41.5	50.5	43.6
800	820	80	60	980	940	2.102	0.922	0.762	0.075	101.9	44.7	81.7	46.5	56.5	48.7
900	920	80	60	1080	1040	2.102	0.839	0.694	0.067	112.3	49.3	90.1	51.3	62.3	53.7
1000	1020	80	60	1180	1140	2.102	0.770	0.637	0.060	122.6	54.1	98.4	56.2	68.1	58.7

Pastabos:

1. Šioje lentelėje nurodyti vamzdžiai išorės skersmeniu atitinka GOST'ą 8732-78.
2. Izoliacijos storiai priimti laikantis norminių šilumos nuostolių, nurodytų [5.3].
3. Šilumos nuostoliai skaičiuojami pagal (5.17)...(5.20) formules.

8.1 lentelė. Dviejų tokio pat skersmens vamzdžių su skirtingų temperatūrų šilumnešiais, kai jie pakloti greta esančiuose požeminiuose nepereinamuose kanaluose, skaičiuotini šilumos nuostoliai

Vamzdžio skersmuo		Izoliacijos storis mm		Izoliacijos skersmuo D mm		Kanalo	Bendros varžos m K/W			Norminiai šilumos nuostoliai W/m, kai izoliacijos šilumos laidumo koeficientas 0,04 W/mK, esant nurodytoms šilumnešio temperatūroms									
D sut. mm	D iš. mm	tieki mo vamz d.	grąži n. vamz d.	tieki mo vamz d.	grąži n. vamz d.	D <sub>ek</sub> M	vamzdžių		grunto										
		tieki mo vamz d.	grąži n. vamz d.	tieki mo vamz d.	grąži n. vamz d.			tieki mo	grąži n.										
								150	70	130	70	120	60	100	65	70	50		
600	630	80	60	790	750	1.529	1.145	0.945	0.095	116.6	56.6	100.3	58.1	93.0	49.2	76.4	55.5	53.1	43.2
700	720	80	60	880	840	1.529	1.029	0.850	0.085	129.8	63.1	111.7	64.7	103.5	54.8	85.0	61.8	59.2	48.1
800	820	80	60	980	940	2.102	0.922	0.762	0.075	145.1	70.7	124.9	72.5	115.7	61.4	95.1	69.2	66.1	53.8
900	920	80	60	1080	1040	2.102	0.839	0.694	0.067	159.8	78.0	137.6	80.0	127.5	67.7	104.8	76.3	72.9	59.4
1000	1020	80	60	1180	1140	2.102	0.770	0.637	0.060	174.6	85.5	150.3	87.6	139.2	74.2	114.5	83.5	79.7	64.9

Pastabos:

- Šioje lentelėje nurodyti vamzdžiai išorės skersmeniu atitinka GOST'ą 8732-78.  
Izoliacijos storiai priimti laikantis norminių šilumos nuostolių, nurodytų [5.3].

9.1 lentelė. Požeminiame nepereinamame kanale, kai greta pakloti garo ir kondensato vamzdžiai, skaičiuotini šilumos nuostoliai

Vamzdžių skersmuo D mm			Izoliacijos storis mm		Izoliacijos D mm		Kanalo	Bendros varžos m K/W			Šilumos nuostoliai W/m, kai izoliacijos šilumos laidumo koeficientas 0,04 W/mK, esant šilumnešio temperatūroms					
D sut. mm	garo D iš.	kond D iš.	garo vamz.	kond vamz.	garo vamz.	kond vamz.	D <sub>ekv.</sub> m	vamzdžių		grunto						
									tiekim o	grąžin .						
									350	100	300	100	250	100		
25/25	32	32	60	40	152	112	0.669	6.376	5.223	0.249	51.5	15.0	44.0	15.4	36.4	15.7
32/25	38	32	60	40	158	112	0.669	5.839	5.223	0.249	56.1	15.2	47.8	15.2	39.6	15.6
40/25	45	32	60	40	165	112	0.669	5.332	5.223	0.249	61.2	14.6	52.2	15.0	43.2	15.4
50/25	57	32	80	40	217	112	0.669	5.443	5.223	0.249	60.0	14.6	51.2	15.0	42.4	15.4
65/32	73	38	80	40	233	118	0.669	4.733	4.735	0.249	68.5	15.6	58.4	16.1	48.3	16.7
70/32	76	38	100	40	276	118	0.669	5.229	4.735	0.249	62.3	16.0	53.1	16.4	44.0	16.9

80/40	89	45	100	40	289	125	0.669	4.779	4.278	0.249	67.8	17.3	57.8	17.8	47.8	18.4
100/40	108	45	120	40	348	125	0.860	4.733	4.278	0.216	68.9	17.8	58.8	18.3	48.7	18.8
125/50	133	57	120	40	373	137	0.860	4.175	3.684	0.216	77.6	20.1	66.2	20.7	54.7	21.3
150/70	159	76	120	50	399	176	0.860	3.728	3.493	0.216	86.3	20.6	73.6	21.3	60.9	22.1
200/80	219	89	120	50	459	189	1.146	3.003	3.138	0.181	107.1	22.8	91.3	23.6	75.5	24.5
250/100	273	108	140	50	553	208	1.146	2.857	2.736	0.181	112.0	25.6	95.5	26.6	79.0	27.7
300/125	325	133	140	50	605	233	1.529	2.517	2.345	0.147	127.8	30.6	109.0	31.7	90.2	32.8
350/150	377	159	140	60	657	279	1.529	2.251	2.333	0.147	142.0	29.9	121.1	31.1	100.2	32.4
400/200	426	219	160	60	746	339	1.529	2.265	1.817	0.147	140.7	37.8	119.9	39.4	99.1	41.0
450/200	478	219	160	60	798	339	1.529	2.073	1.817	0.147	153.0	36.9	130.3	38.6	107.7	40.3
500/250	529	273	160	60	849	393	2.102	1.914	1.518	0.108	168.1	47.3	143.3	48.9	118.5	50.6
600/300	630	325	180	60	990	445	2.102	1.826	1.310	0.108	175.4	53.7	149.5	55.6	123.5	57.6

Pastabos:

1. Šioje lentelėje nurodyti vamzdžiai išorės skersmeniu atitinka GOST'ą 8732-78.
2. Izoliacijos storiai priimti laikantis norminių šilumos nuostolių, nurodytų [5.3].
3. Šilumos nuostolių skaičiavimo eiga 5.2.4 pavyzdyje.

9.2 lentelė. Požeminiame nepereinamame kanale, kai greta pakloti garo ir kondensato vamzdžiai, skaičiuotini šilumos nuostoliai

Vamzdžių skersmuo D mm	Izoliacijos storis mm		Izoliacijos skersmuo D mm		Kanalas D <sub>ekv</sub> m	Bendros varžos m K/W			Šilumos nuostoliai W/m, kai izoliacijos šilumos laidumo koeficientas 0,04 W/mK, esant šilumnešio temperatūroms							
	D sut. mm	garo D iš.	kond. D iš.	garo vamz.		kond. vamz.	vamzdžių		grunto	200	100	150	100	115	100	
							tiekim.	grąžin.								
25/25	32	32	60	40	152	112	0.669	6.376	5.223	0.249	28.8	16.1	21.3	16.4	16.0	16.6
32/25	38	32	60	40	158	112	0.669	5.839	5.223	0.249	31.4	15.9	23.2	16.3	17.4	16.6
40/25	45	32	60	40	165	112	0.669	5.332	5.223	0.249	34.2	15.8	25.3	16.2	19.0	16.5
50/25	57	32	80	40	217	112	0.669	5.443	5.223	0.249	33.6	15.8	24.8	16.2	18.6	16.5
65/32	73	38	80	40	233	118	0.669	4.733	4.735	0.249	38.3	17.2	28.2	17.7	21.2	18.0
70/32	76	38	80	40	236	118	0.669	4.622	4.735	0.249	39.2	17.1	28.9	17.6	21.7	18.0
80/40	89	45	80	40	249	125	0.669	4.201	4.278	0.249	42.8	18.6	31.5	19.3	23.6	19.7
100/40	108	45	80	40	268	125	0.860	3.716	4.278	0.216	48.6	18.8	35.8	19.4	26.9	19.8
125/50	133	57	100	40	333	137	0.860	3.732	3.684	0.216	48.2	21.7	35.5	22.4	26.6	22.9
150/70	159	76	100	50	359	176	0.860	3.315	3.493	0.216	53.8	22.5	39.6	23.3	29.7	23.9
200/80	219	89	100	50	419	189	1.146	2.646	3.138	0.181	67.4	24.9	49.6	25.9	37.2	26.6
250/100	273	108	100	50	473	208	1.146	2.244	2.736	0.181	78.3	27.7	57.6	29.0	43.1	29.9
300/125	325	133	100	50	525	233	1.529	1.959	2.345	0.147	90.3	32.8	66.5	34.2	49.8	35.2

350/150	377	159	120	60	617	279	1.529	2.004	2.333	0.147	88.4	33.1	65.1	34.5	48.7	35.4
400/200	426	219	120	60	666	339	1.529	1.818	1.817	0.147	96.1	41.2	70.6	43.1	52.7	44.4
450/200	478	219	120	60	718	339	1.529	1.656	1.817	0.147	104.8	40.5	76.9	42.6	57.4	44.1
500/250	529	273	120	60	769	393	2.102	1.523	1.518	0.108	116.2	50.7	85.4	52.8	63.9	54.2
600/300	630	325	120	60	870	445	2.102	1.315	1.310	0.108	132.7	56.9	97.4	59.6	72.7	61.5

Pastabos:

1. Šioje lentelėje nurodyti vamzdžiai išorės skersmeniu atitinka GOST'ą 8732-78.
2. Izoliacijos storiai priimti laikantis norminių šilumos nuostolių, nurodytų [5.3].
3. Šilumos nuostolių skaičiavimo eiga 5.2.4 pavyzdyje.

9.3 lentelė. Požeminiame nepereinamame kanale, kai greta pakloti garo ir kondensato vamzdžiai, skaičiuotini šilumos nuostoliai

Vamzdžių skersmuo D mm			Izoliacijos storis mm				Kanalas	Bendros varžos m K/W			Šilumos nuostoliai W/m, kai izoliacijos šilumos laidumo koeficientas 0,04 W/mK, esant nurodytoms šilumnešio temperatūroms												
D sut. mm	garo D iš.	kon. D iš.	garo vam. z.	kon. vam. z.	garo vam. z.	kon. vam. z.		D <sub>ekv</sub> m	vamzdžių		grunto	350	100	300	100	250	100	200	100	150	100	115	100
									tieki-mo	graži-nimo													
25/25	32	32	50	40	132	112	0.669	5.841	5.223	0.249	56.08	14.8	47.82	15.2	39.66	15.6	31.49	15.9	23.13	16.3	17.46	16.6	
32/25	38	32	50	40	138	112	0.669	5.325	5.223	0.249	61.20	15.0	52.30	15.0	43.31	15.8	34.38	15.8	25.32	16.2	19.05	16.5	
40/25	45	32	50	40	145	112	0.669	4.840	5.223	0.249	67.13	14.3	57.38	14.8	47.44	16.7	37.67	15.7	27.71	16.1	20.84	16.4	
50/25	57	32	50	40	157	112	0.669	4.201	5.223	0.249	76.89	13.9	65.54	14.4	54.25	18.4	43.04	15.4	31.79	15.9	23.83	16.3	
65/32	73	38	60	40	193	118	0.669	4.007	4.735	0.249	80.21	15.1	68.47	15.7	56.62	19.2	44.88	16.8	33.14	17.4	24.88	17.8	
70/32	76	38	60	40	196	118	0.669	3.906	4.735	0.249	82.10	15.0	70.16	15.6	58.06	19.6	45.98	16.8	33.94	17.4	25.48	17.8	
80/40	89	45	60	40	209	125	0.669	3.525	4.278	0.249	90.40	16.8	77.18	16.8	63.82	21.2	50.52	18.2	37.29	18.9	27.95	19.5	
100/40	108	45	60	40	228	125	0.860	3.090	4.278	0.216	103.32	16.2	88.19	16.9	72.94	24.4	57.84	18.4	42.61	19.1	32.06	19.6	
125/50	133	57	60	40	253	137	0.860	2.664	3.684	0.216	118.48	17.8	101.08	18.8	83.63	27.3	66.17	20.7	48.71	21.7	36.53	22.3	
150/70	159	76	70	50	299	176	0.860	2.602	3.493	0.216	121.60	18.6	103.26	19.6	85.37	27.7	67.57	21.7	49.77	22.7	37.24	23.4	
200/80	219	89	70	50	359	189	1.146	2.041	3.138	0.181	153.62	20.2	131.05	21.4	108.49	34.9	85.89	23.9	63.29	25.2	47.40	26.0	
250/100	273	108	70	50	413	208	1.146	1.712	2.736	0.181	180.24	21.4	153.06	23.0	127.41	39.4	100.53	26.3	73.90	28.0	55.31	29.1	
300/125	325	133	70	50	465	233	1.529	1.483	2.345	0.147	209.48	25.8	178.05	27.6	147.47	46.5	116.82	31.2	86.00	33.0	64.43	34.3	
350/150	377	159	80	60	537	279	1.529	1.457	2.333	0.147	212.77	25.7	181.46	27.0	150.01	47.1	118.73	31.3	87.31	33.1	65.44	34.4	
400/200	426	219	80	60	586	339	1.529	1.314	1.817	0.147	233.09	30.5	198.05	33.0	164.09	49.9	129.67	38.7	95.13	41.3	70.91	43.1	
450/200	478	219	80	60	638	339	1.529	1.191	1.817	0.147	254.77	29.3	217.01	32.1	179.33	53.3	141.68	37.8	103.99	40.6	77.66	42.6	



500/250	529	273	80	60	689	393	2.102	1.090	1.518	0.108	284.4	39.6	242.4	42.4	200.4	62.9	158.5	47.9	116.5	50.7	87.1	52.7
600/300	630	325	80	60	790	445	2.102	0.934	1.310	0.108	326.7	42.2	278.4	45.8	230.0	69.4	181.6	53.2	133.3	56.9	99.4	59.4
700/300	720	325	80	60	880	445	1.529	0.829	1.310	0.147	349.1	30.0	297.0	35.2	245.0	64.0	193.0	45.7	140.9	51.0	104.5	54.7
800/300	820	325	80	60	980	445	2.102	0.736	1.310	0.108	404.0	36.3	344.2	40.8	284.4	80.7	224.6	49.9	164.8	54.5	122.9	57.7

Pastabos:

1. Šioje lentelėje nurodyti vamzdžiai išorės skersmeniu atitinka GOST'ą 8732-78.
2. Izoliacijos storiai priimti laikantis norminių šilumos nuostolių, nurodytų [5.3].
3. Šilumos nuostolių skaičiavimo eiga 5.2.4 pavyzdyje.

9.4 lentelė. Garo ir kondensato vamzdžių, paklotų greta esančiuose atskiruose požeminiuose nepereinamuose kanaluose, skaičiuotini šilumos nuostoliai

Vamzdžių skersmuo D mm			Izoliacijos storis mm		Izoliacijos skersmuo		Kanalų D <sub>ekv</sub> m	Bendros varžos m K/W			Šilumos nuostoliai W/m, kai izoliacijos šilumos laidumo koeficientas 0,04 W/mK, esant šilumnešio temperatūroms					
D sut. mm	garo D iš.	kond. D iš.	garo vamz.	kond. vamz.	garo vamz.	kond. vamz.		vamzdžių		grunto	šilumnešio temperatūroms					
								tiesio	grąžinio		350	100	300	100	250	100
600/300	630	325	180	60	990	445	1.529	2.015	1.574	0.095	161.3	47.7	137.6	49.1	113.8	39.4
700/300	720	325	180	60	1080	445	1.529	1.820	1.574	0.085	179.0	48.1	152.7	49.5	126.4	44.0
800/300	820	325	180	60	1180	445	2.102	1.639	1.570	0.075	199.2	48.7	169.9	50.0	140.7	49.2

Pastabos:

1. Šioje lentelėje nurodyti vamzdžiai išorės skersmeniu atitinka GOST'ą 8732-78.
2. Izoliacijos storiai priimti laikantis norminių šilumos nuostolių, nurodytų [5.3].
3. Šilumos nuostoliai skaičiuojami pagal (5.17)-(5.20) formules.

9.5 lentelė. Garo ir kondensato vamzdžių, paklotų greta esančiuose atskiruose požeminiuose nepereinamuose kanaluose, skaičiuotini šilumos nuostoliai

Vamzdžių skersmuo D mm			Izoliacijos storis mm		Izoliacijos skersmuo D mm		Kanalų D <sub>ekv</sub> m	Bendros varžos m K/W			Šilumos nuostoliai W/m, kai izoliacijos šilumos laidumo koeficientas 0,04 W/mK, esant šilumnešio temperatūroms					
D sut. mm	garo D iš.	kond. D iš.	garo vamz.	kond. vamz.	garo vamz.	kond. vamz.		vamzdžių		grunto	šilumnešio temperatūroms					
								tiesio	grąžinio		200	100	150	100	115	100
600/300	630	325	140	60	910	445	1.529	1.690	1.574	0.095	106.5	50.8	78.4	52.4	58.8	53.6
700/300	720	325	140	60	1000	445	1.529	1.523	1.574	0.085	118.6	51.2	87.4	52.8	65.6	53.9
800/300	820	325	140	60	1100	445	2.102	1.368	1.570	0.075	132.5	51.7	97.7	53.3	73.4	54.4

Pastabos:

1. Šioje lentelėje nurodyti vamzdžiai išorės skersmeniu atitinka GOST'ą 8732-78.
2. Izoliacijos storiai priimti laikantis norminių šilumos nuostolių, nurodytų [5.3].
3. Šilumos nuostoliai skaičiuojami pagal (5.17)...(5.20) formules.

10 lentelė. Požeminiame nepereinamame kanale, kai greta pakloti karšto ir cirkuliacinio vandens vamzdžiai, skaičiuotini šilumos nuostoliai

Vamzdžių skersmuo D mm			Izoliacijos storis mm		Izoliacijos skersmuo D mm		Kanalas	Bendros varžos m K/W			Šilumos nuostoliai W/m, kai izoliacijos šilumos laidumo koeficientas 0,04 W/mK, esant šilumnešio temperatūroms					
D sut. mm	karšto vandens D iš.	cirk. vandens D iš.	karšto vandens vamz.	cirk. vandens vamz.	karšto vandens vamz.	cirk. vandens vamz.		D <sub>ekv.</sub> m	vamzdžių		grunto					
								karšto v.	cirk. v.			65	50	55	45	55
20/15	25	18	30	20	85	58	0.669	4.041	5.114	0.249	13.5	7.8	11.3	6.9	11.3	6.0
25/20	32	25	30	20	92	65	0.669	4.491	4.211	0.249	12.2	9.4	10.1	8.4	10.2	7.3
32/25	38	32	30	20	98	72	0.669	4.041	3.596	0.249	13.4	10.8	11.1	9.7	11.2	8.4
40/25	45	32	40	20	125	72	0.669	4.278	3.596	0.249	12.7	10.9	10.5	9.7	10.6	8.4
40/32	45	38	40	30	125	98	0.860	4.278	4.041	0.216	12.9	9.9	10.7	8.9	10.8	7.7
50/32	57	38	40	30	137	98	0.860	3.684	4.041	0.216	14.8	9.8	12.3	8.8	12.4	7.6
65/40	73	45	40	30	153	105	0.860	3.118	3.625	0.216	17.3	10.7	14.4	9.6	14.5	8.3
65/50	73	57	40	30	153	117	0.860	3.118	3.089	0.216	17.2	12.5	14.3	11.2	14.4	9.6
80/50	89	57	40	30	169	117	0.860	2.709	3.089	0.216	19.6	12.3	16.3	11.0	16.4	9.5
100/65	108	73	60	40	228	153	0.860	3.090	3.118	0.216	17.3	12.4	14.4	11.1	14.5	9.6
100/80	108	89	60	40	228	169	0.860	3.090	2.709	0.216	17.2	14.1	14.3	12.6	14.4	10.9
125/80	133	89	60	40	253	169	0.860	2.664	2.709	0.216	19.8	13.9	16.4	12.5	16.6	10.7
150/100	159	108	60	40	279	188	0.860	2.333	2.347	0.216	22.2	15.7	18.4	14.0	18.6	12.1
200/100	219	108	60	40	339	188	1.146	1.817	2.347	0.181	28.6	15.7	23.7	14.1	23.9	12.1
250/100	273	108	60	40	393	188	1.146	1.518	2.347	0.181	33.7	15.4	28.0	13.8	28.2	11.8

Pastabos:

1. Šioje lentelėje nurodyti vamzdžiai išorės skersmeniu atitinka GOST'ą 8732-78.
2. Izoliacijos storiai priimti laikantis norminių šilumos nuostolių, nurodytų [5.3].
3. Šilumos nuostolių skaičiavimo eiga 5.2.4 pavyzdyje.