



INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
FUNDUSZ SPÓJNOŚCI



Załącznik nr 4.3 do Regulaminu naboru

Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014 - 2020

**SPOSÓB SZACOWANIA ZMNIEJSZENIA STRAT CIEPŁA
(sieci)**

Oś priorytetowa I
Zmniejszenie emisyjności gospodarki

Działanie 1.5
Efektywna dystrybucja ciepła i chłodu



**NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ**

SZACOWANIE ZMNIEJSZENIA STRAT CIEPŁA (SIECI)

I. W celu obliczenia oszczędności wynikających z modernizacji sieci ciepłowniczych dofinansowywanych w ramach działania 1.5. należy skorzystać z następującego wzoru:

Wzór 1

$$\Delta E = E_1 - E_2 \text{ [GJ/rok]}$$

gdzie:

E_1 - straty ciepła przed modernizacją [GJ/rok]

E_2 - straty ciepła po modernizacji [GJ/rok]

II. W celu obliczenia sumy rocznych strat ciepła w rurociągu przed modernizacją należy skorzystać z następującego wzoru:

Wzór 2

$$E_1 = E_q + E_n \text{ [GJ/rok]}$$

gdzie:

E_q - straty ciepła przez przenikanie w całym roku stanowiące sumę strat ciepła w okresie sezonu grzewczego i poza nim [GJ/rok]

E_n - roczne straty ciepła spowodowane nieszczelnością [GJ/rok]

W tym celu należy obliczyć wartości E_q oraz E_n (na podstawie wzorów 3,4,5,6):

Wzór 3

$$E_q = E_s + E_l \text{ [GJ/rok]}$$

E_s - straty ciepła w sezonie grzewczym [GJ/rok]

E_l - straty ciepła poza sezonem grzewczym [GJ/rok]

gdzie:

Wzór 4

$$E_s = 10^{-5} \times 8,64 \times q_s \times L_i \times D_s \text{ [GJ/rok]}$$

D_s - liczba dni trwania sezonu grzewczego [dni]

L_i - długość odcinka sieci; w przypadku, gdy odcinek sieci wyposażony jest w armaturę, jego długość należy odpowiednio zwiększyć zgodnie z ogólnymi zasadami obliczania strat rurociągów [m]

Jednostkowe straty ciepła w sieci w sezonie grzewczym obliczyć można ze wzoru:

Wzór 5

$$q_s = u \times (t_{1sr} + t_{2sr} - 2t_s) \text{ [W/m]}$$

Podane we wzorze 5 wielkości t_{1sr} oraz t_{2sr} określa się przy pomocy wykresu regulacyjnego ($t_1=f(t_z)$ oraz $t_2=f(t_z)$) (zgodnie z rysunkiem 1), po wstawieniu $t_z=t_{zsr1}$; przy czym t_z - temperatura zewnętrzna (temperatura otoczenia).

t_{1sr} - średnia temperatura wody w okresie ogrzewania w rurociągu zasilającym [°C]

t_{2sr} - średnia temperatura wody w okresie ogrzewania w rurociągu powrotnym [°C]

t_{zsr1} - średnia temperatura zewnętrzna w okresie ogrzewania [°C]

t_{zsr2} - średnia temperatura zewnętrzna poza okresem ogrzewania [°C]

t_s - temperatura na zewnątrz rurociągu

W przypadku, gdy rurociąg położony jest w gruncie $t_s = 8$ [°C].

W przypadku rurociągów napowietrznych $t_s = t_{zsr1}$ (w okresie grzewczym) i $t_s = t_{zsr2}$ (poza okresem grzewczym).

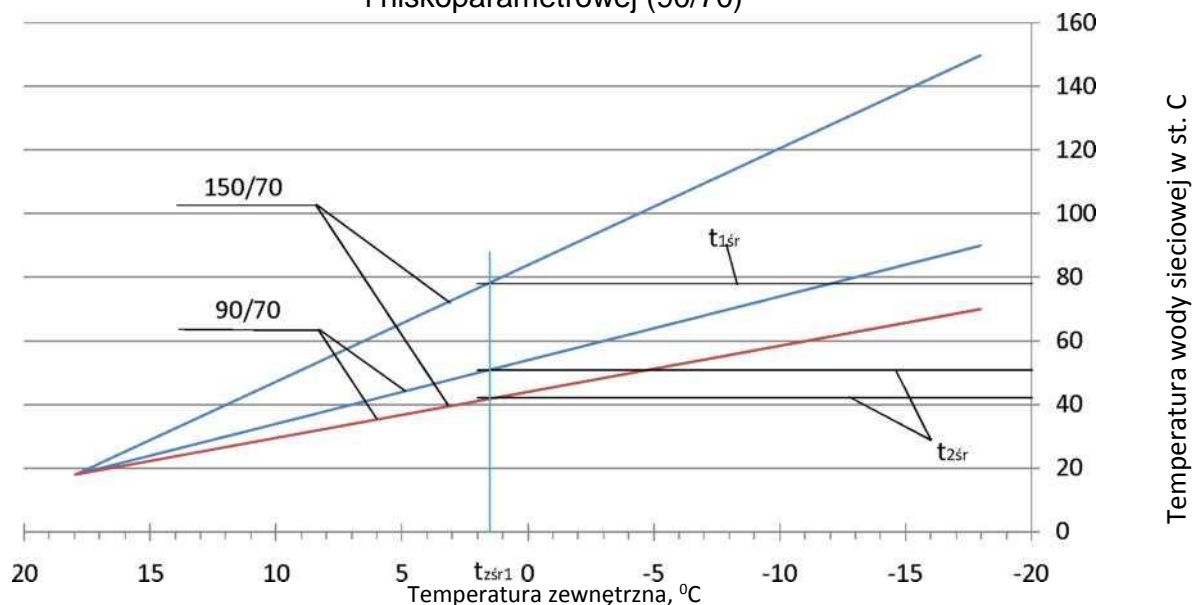
W przypadku rurociągów umieszczonych w kanałach t_s zależy od nominalnych temperatur sieci, a jej wartość można odczytać w tabeli 1.

u - współczynnik strat ciepła, charakteryzujący rurociąg [W/mK] wyznaczony wg wzoru 8; wartości u_0 - uwzględniające średnicę rurociągu z tabeli 2 i wartości a - uwzględniające pogorszenie się stanu izolacji rurociągu w wyniku jej starzenia, z tabeli 3.

Tabela 1. Temperatura powietrza (t_s) w kanałach nieprzechodnych sieci cieplnych (wg PN-85/B-02421)

| Dnom rurociągu | Maksymalne obliczeniowe temperatury czynnika (zasilanie/powrót) | | | | |
|----------------|---|--------|--------|--------|----------|
| | 180/70 | 150/70 | 130/70 | 110/70 | 90-95/70 |
| do 50 | 16 | 14 | 13 | 12 | 11 |
| 65-150 | 21 | 19 | 17 | 16 | 15 |
| 200-350 | 28 | 25 | 23 | 21 | 19 |
| 400-600 | 33 | 29 | 27 | 25 | 22 |
| 700-900 | 36 | 33 | 30 | 27 | 24 |
| 1000-1400 | 39 | 35 | 32 | 29 | 25 |

Rys.1. Przykładowy wykres regulacyjny sieci wysokoparametrowej (150/70) i niskoparametrowej (90/70)



Straty ciepła w sieci poza sezonem grzewczym:

Wzór 6

$$E_i = 10^{-5} \times 8,64 \times q_i \times L_i \times (365 - D_s) \text{ [GJ/rok]}$$

q_i - średnie jednostkowe straty w sieci poza sezonem grzewczym [W/m] wyznacza się ze wzoru 7 podobnego do wzoru 5,

L_i - długość odcinka sieci; w przypadku, gdy odcinek sieci wyposażony jest w armaturę, jego długość należy odpowiednio zwiększyć zgodnie z ogólnymi zasadami obliczania strat rurociągów, [m]

D_s - liczba dni trwania sezonu grzewczego [dni]

Wzór 7

$$q_i = u \times (110 - 2 t_s)$$

Współczynnik strat ciepła (u) wyznacza się w następujący sposób:

Wzór 8

$$u = a \times u_0$$

a - wskaźnik pogorszenia izolacji

Tabela 2. Współczynnik strat ciepła w rurociągu (przed modernizacją)

| 2xD _{nom} rurociągu | Współczynnik strat ciepła (u _o) |
|------------------------------|---|
| [mm] | [W/mK] |
| 20 | 0,2624 |
| 25 | 0,2909 |
| 32 | 0,3364 |
| 40 | 0,3481 |
| 50 | 0,3767 |
| 65 | 0,4453 |
| 80 | 0,4829 |
| 100 | 0,5269 |
| 125 | 0,5770 |
| 150 | 0,6209 |
| 200 | 0,7496 |
| 250 | 0,8409 |
| 300 | 0,9948 |
| 350 | 1,0299 |
| 400 | 1,1939 |
| 450 | 1,3100 |
| 500 | 1,3700 |

Tabela 3. Wskaźnik (a) pogorszenia izolacji rurociągu (przed modernizacją)

| Wskaźnik pogorszenia izolacji | Liczba lat eksploatacji rurociągu | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|------|-------|-------|-------|------------|
| | 0-5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 | 21-25 | powyżej 25 |
| A | 1 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,75 | 1,85 |

III. W celu obliczenia strat ciepła spowodowanych nieszczelnością sieci należy skorzystać z następującego wzoru:

Wzór 9

$$E_n = 3,26 \times L_i \times D_{wn}^2 \times v_s \times (t_{1sr} + t_{2sr} - 24) \times 10^{-9} \text{ [GJ/rok]}$$

D_{wn} - wewnętrzna średnica rurociągu w [mm]

v_s - stosunek rocznych ubytków wody w sieci do wielkości zładu

IV. W celu obliczenia strat ciepła po modernizacji należy skorzystać z tych samych reguł, które zostały zastosowane przy wyliczaniu strat przed modernizacją (wzory 3,4,5,6,7), z tą różnicą, że współczynnik strat ciepła (u) zamiast z tabeli 2, należy uzyskać od dostawcy rur preizolowanych. Straty nieszczelności przyjmuje się zerowe.

V. W celu obliczenia zmniejszenia strat ciepła w procentach w wyniku wymiany rur tradycyjnych na preizolowane należy skorzystać ze wzoru:

$$O = (\Delta E / E_1) \times 100\%$$

Przykład:

Obliczenie zmniejszenia strat ciepła uzyskane w wyniku modernizacji, polegającej na wymianie 500 m podwójnego rurociągu o średnicy nominalnej 300 mm umieszczonego w kanale na rurociąg preizolowany o średnicy nominalnej 200 mm umieszczony w gruncie.

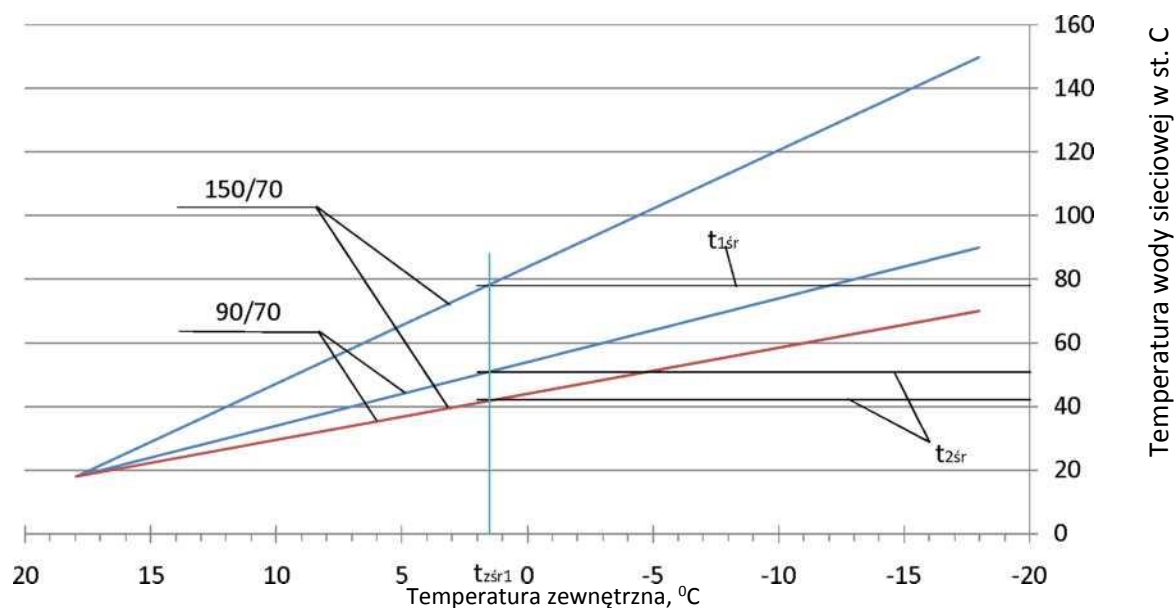
A. Dane ogólne:

Na podstawie danych zachowanych w przedsiębiorstwie, należy określić następujące średnie wieloletnie (5-letnie) dane potrzebne w dalszych obliczeniach:

- liczba dni trwania okresu grzewczego $D_s = 255$ [dni]
- średnia temperatura zewnętrzna w okresie ogrzewania $t_{zsr} = 1,5$ [°C]

Należy skorzystać z wykresu regulacyjnego, w celu wyznaczenia temperatur t_{1sr} i t_{2sr} na podstawie t_{zsr}

Rys.1. Przykładowy wykres regulacyjny sieci wysokoparametrowej (150/70) i niskoparametrowej (90/70)



Na podstawie powyższego wykresu - dla $t_{zsr1} = 1,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$:

- średnia temperatura wody w okresie ogrzewania w rurociągu zasilającym $t_{1sr} = 78,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$,
- średnia temperatura wody w okresie ogrzewania w rurociągu powrotnym $t_{2sr} = 42^{\circ}\text{C}$.

B. Dane rurociągu wymianianego:

- długość wymianianego odcinka sieci, $L_i = 500\text{m}$
- średnica zewnętrzna rurociągu $D_{zw} = 323,9 \text{ mm}$ (co odpowiada $D_{nom} = 300 \text{ mm}$)
- $D_{wn} = 312,7 \text{ mm}$
- czas pracy rurociągu - 23 lata
- $a = 1,75$ (tabela 3)
- pojemność zładu (całej sieci) $V_s = 12 \text{ 000 m}^3$
- ilość uzupełnianej wody $V_u = 38 \text{ 400 m}^3$
- $v_s = 38400/12000 = 3,2$
- temperatura w kanale $t_s = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (tabela 1)
- $u_o = 0,9948 \text{ W/m K}$ (tabela 2)

C. Dane rurociągu preizolowanego:

- średnica zewnętrzna rurociągu $D_{zw} = 219,1 \text{ mm}$, co odpowiada $D_{nom} = 200 \text{ mm}$
- średnica wewnętrzna rurociągu $D_{wn} = 210,1 \text{ mm}$
- $u = u_o = 0,425 \text{ W/m K}$ (przyjęto rurociąg firmy Logstor produkowany metodą ciągłą, w izolacji standardowej).

D. Obliczenia:

Straty ciepła przed modernizacją

Jednostkowe straty ciepła w okresie ogrzewania przed modernizacją (wg wzorów 5,8):

$$q_s = u \times (t_{1sr} + t_{2sr} - 2t_s) = 0,9948 \times 1,75 \times (78,5 + 42 - 2 \times 25) = 122,73 \text{ W/m}$$

Jednostkowe straty ciepła poza okresem ogrzewania przed modernizacją (wg wzorów 7,8):

$$q_l = u \times (110 - 2t_s) = 0,9948 \times 1,75 \times (110 - 2 \times 25) = 104,45 \text{ W/m}$$

Straty ciepła w całym roku (wg wzorów 3,4,6):

$$E_q = E_s + E_l = 10^{-5} \times 8,64 \times L_i \times (D_s \times q_s + (365 - D_s) \times q_l) = 10^{-5} \times 8,64 \times 500 \times (255 \times 122,73 + 110 \times 104,45) = 1848,34 \text{ GJ/rok}$$

Roczne straty ciepła spowodowane nieszczelnością (wg wzoru 9):

$$E_n = 3,26 \times L_i \times D_{wn}^2 \times v_s \times (t_{1sr} + t_{2sr} - 24) =$$

$$= 3,26 \times 500 \times 210,1^2 \times 3,2 \times (78,5 + 42 - 24) \times 10^{-9} = \mathbf{22,22 \text{ GJ/rok}}$$

Suma rocznych strat ciepła w rurociągu przed modernizacją (wg wzoru 2):

$$E_1 = E_q + E_n = 1848,34 + 22,22 = \mathbf{1870,56 \text{ GJ/rok}}$$

Straty ciepła po modernizacji

Jednostkowe straty ciepła w okresie ogrzewania po modernizacji (wg wzoru 5):

$$q_s = u \times (t_{1sr} + t_{2sr} - 2t_s) = 0,425 \times (78,5 + 42 - 2 \times 8) = \mathbf{44,41 \text{ W/m}}$$

Jednostkowe straty ciepła w okresie ogrzewania po modernizacji (wg wzoru 7):

$$q_l = u \times (110 - 2t_s) = 0,425 \times (110 - 2 \times 8) = \mathbf{39,95 \text{ W/m}}$$

Straty ciepła w całym roku po modernizacji (wg wzorów 3,4,6):

$$\begin{aligned} E_2 = E_q + E_s + E_l &= 10^{-5} \times 8,64 \times L_i \times (D_s \times q_s + (365 - D_s) \times q_l) = \\ &= 10^{-5} \times 8,64 \times 500 \times (255 \times 44,41 + 110 \times 39,95) = \mathbf{679,06 \text{ GJ/rok}} \end{aligned}$$

Zmniejszenie rocznych strat ciepła w wyniku modernizacji, polegającej na wymianie rurociągu ciepłowniczego ułożonego w kanale, na rurociąg preizolowany o mniejszej średnicy:

$$\Delta E = E_1 - E_2 = 1870,56 - 679,06 = \mathbf{1191,50 \text{ [GJ/rok]}}$$

Udział oszczędności [%]

$$O = (\Delta E / E_1) \times 100\% = (1191,50 / 1870,56) \times 100\% = \mathbf{64 \%}$$