

# **OBLICZENIA**

**do projektu przebudowy sieci ciepłej niskotemperaturowej  
w Os. Mickiewicza i Os. Wojska Polskiego  
w Białej Rawskiej**

## **Spis treści:**

- 1. Określenie zapotrzebowania ciepła**
- 2. Obliczenia hydrauliczne sieci ciepłej**
- 3. Obliczenia kompensacji wydłużeń rurociągów**

## I. OKREŚLENIE ZAPOTRZEBOWANIA CIEPŁA

### Sieć ciepła przy kotłowni – kierunek budynek mieszkalny nr 42

Obiekt	Kubatura	Liczba mieszkańców	Zap. ciepła na cele co	Zap. ciepła na cele cw
-	m <sup>3</sup>	osoby	kW	kW
Budynek mieszkalny wielorodzinny nr 42	9044	106	200	27,6
Budynek mieszkalny wielorodzinny nr 44	8609	90	130	24,4
Budynek mieszkalny wielorodzinny nr 40	6783	79	155	22,1
Budynek mieszkalny wielorodzinny nr 36	6783	72	155	20,6
Przedszkole	8559	—	200	39,9
Rezerwa mocy docelowo dla trzech budynków mieszkalnych wielorodzinnych	—	—	300	56,0
Ogółem:			<b>1140</b>	<b>190,6</b>
Ogółem co + cw:			<b>1330,6</b>	

### Sieć ciepła przy kotłowni – kierunek budynek mieszkalny nr 26

Obiekt	Kubatura	Liczba mieszkańców	Zap. ciepła na cele co	Zap. ciepła na cele cw
-	m <sup>3</sup>	osoby	kW	kW
Budynek mieszkalny wielorodzinny nr 26	7988	101	155	26,6
Budynek mieszkalny wielorodzinny nr 28	11994	123	225	30,9
Budynek mieszkalny wielorodzinny nr 30	8946	115	200	29,4
Rezerwa mocy docelowo dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego	—	—	100	24,4
Ogółem:			<b>680</b>	<b>111,3</b>
Ogółem co + cw:			<b>791,3</b>	

### Sieć ciepła przy rozdzielni

Obiekt	Kubatura	Liczba mieszkańców	Zap. ciepła na cele co	Zap. ciepła na cele cw
-	m <sup>3</sup>	osoby	kW	kW
Budynek mieszkalny wielorodzinny nr 29B	3011	39	53	13,0
Budynek mieszkalny wielorodzinny nr 29A	3011	30	53	10,6
Budynek mieszkalny wielorodzinny nr 29	1244	30	12	10,6
Centrum Medyczne	5234	—	113	10,0
Szkoła Podstawowa	12993	—	250	49,5
Budynek mieszkalny wielorodzinny nr 20	5294	62	116	18,4
Rezerwa mocy docelowo dla dwóch istniejących budynków mieszkalnych wielorodzinnych	—	—	230	30,3
Ogółem:			<b>827</b>	<b>142,4</b>
Ogółem co + cw:			<b>969,4</b>	





## Odcinek od rozdzielni do Szkoły Podstawowej

**Odcinek do bloku nr 29A.**

**Odcinek do bloku nr 29.**

Nr odc.	Q	G	d <sub>n</sub>	w	R	l	l <sub>z</sub>	l <sub>s</sub>	R × l <sub>s</sub>
-	kW	t/h	mm	m/s	$\frac{\text{daPa}}{\text{m}}$	m	m	m	daPa
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K9-57	12	0,5	50	0,12	0,70	5,0	3,9	8,9	6,3
Σ R × l <sub>s</sub> :									6,3

**Odcinek do Centrum Medycznego.**

Nr odc.	Q	G	d <sub>n</sub>	w	R	l	l <sub>z</sub>	l <sub>s</sub>	R × l <sub>s</sub>
-	kW	t/h	mm	m/s	$\frac{\text{daPa}}{\text{m}}$	m	m	m	daPa
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K8-58	113	4,9	50	0,71	18,60	38,2	5,9	44,1	819,9
<b>Σ R × l<sub>s</sub> :</b>									<b>819,9</b>

**Odcinek do bloku nr 20.**

Nr odc.	Q	G	d <sub>n</sub>	w	R	l	l <sub>z</sub>	l <sub>s</sub>	R × l <sub>s</sub>
-	kW	t/h	mm	m/s	$\frac{\text{daPa}}{\text{m}}$	m	m	m	daPa
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K7-42	116	5,0	50	0,74	20,20	26,0	5,9	31,9	644,0
<b>Σ R × l<sub>s</sub> :</b>									<b>644,0</b>

**3. Długości zastępcze oporów miejscowych****Odcinek 1÷4 / d<sub>n</sub> = 150 mm**

- kolano	4 × 2,60 =	10,40
- trójkąt przelot	2 × 5,20 =	10,40
- redukcja	2 × 1,36 =	2,72
- zawór kulowy	2 × 2,08 =	4,16
		<u>l<sub>z</sub> = 27,68 m</u>

Wyniki obliczeń zastępczych oporów miejscowych dla pozostałych odcinków sieci wykonano w sposób analogiczny.

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli:

**Tabelaryczne zestawienie obliczeń zastępczych oporów miejscowych**

Nr odc.	d <sub>n</sub>	Opory miejscowe						l <sub>z</sub>
		kolano	trójkąt odpływ	trójkąt dopływ	trójkąt przelot	redukcja	zawór	
—	mm	m	m	m	m	m	m	m
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-4	150	10,4	—	—	10,4	2,7	4,2	27,7
4-K1	125	17,6	—	—	8,8	2,6	—	29,0
K1-K2	100	9,9	—	—	6,6	2,0	—	18,5
K2-K3	80	2,6	—	—	5,1	0,8	—	8,4
K3-K4	65	4,0	—	—	4,0	0,6	—	8,6
K4-14	65	2,0	—	—	—	—	2,0	4,0
K4-18	50	—	2,0	2,6	—	—	1,3	5,9
K3-17	50	1,3	2,0	2,6	—	—	1,3	7,2
K2-15	50	—	2,0	2,6	—	—	1,3	5,9
K1-19	65	—	3,0	4,0	—	—	2,0	9,0
21-K5	100	16,5	—	—	6,6	2,0	3,7	28,8
K5-28	80	2,6	—	—	5,1	0,8	0,0	8,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
28-31	80	5,1	—	—	—	0,8	2,6	8,4
31-32	50	5,1	—	—	—	—	1,3	6,4
32-35	50	2,6	—	—	—	—	1,3	3,9
K5-36	65	—	3,0	4,0	—	—	2,0	9,0
38-K6	125	—	6,6	8,8	—	2,6	4,4	22,4
K6-K7	100	—	—	—	6,6	—	—	6,6
K7-45	100	6,6	—	—	6,6	2,0	—	15,2
45-46	100	—	—	—	6,6	2,0	—	8,6
46-K8	80	2,6	—	—	5,1	0,8	—	8,4
K8-K9	65	4,0	—	—	4,0	0,6	—	8,6
K9-K10	50	2,6	—	—	2,6	0,4	—	5,6
K10-56	50	2,6	2,0	2,6	—	—	1,3	8,5
38-K6	125	—	6,6	8,8	—	2,6	4,4	22,4
K6-41	65	4,0	—	—	—	—	2,0	6,0
K10-52	50	0,9	1,9	2,3	—	—	1,3	6,4
K9-57	50	—	1,1	1,5	—	—	1,3	3,9
K8-58	50	—	2,0	2,6	—	—	1,3	5,9
K7-42	50	—	2,0	2,6	—	—	1,3	5,9

### III. OBLICZENIA KOMPENSACJI WYDŁUŻEŃ RUROCIĄGÓW

#### 1. Dane wyjściowe

- obliczeniowe temperatury czynnika grzejącego:  $t_z/t_p = 90/70^\circ\text{C}$
- rury preizolowane stalowe
- typ kompensacji: samokompensacja typu L i Z
- warunki montażu: technika zimnego montażu
- odcinki proste nie przekraczają długości  $L_{\max}$
- „W” współczynnik zależy od średnicy rury przewodowej
- $\Delta L$  – wydłużenie odcinka
- $L'$  – długość ramion kompensacji
- $C$  – długość ramienia kompensacji
- plan zagospodarowania
- schemat montażowo-obliczeniowy

#### 2. Samokompensacja typu Z odcinków 1-4

**Dane:**  $G = 49,0 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 168,3/315 \text{ mm}$   
 $L_{1-2} = 28,7 \text{ m}$   
 $L_{3-4} = 6,5 \text{ m}$   
 $W = 0,0053 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 1,0 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 88 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{1-2} = 0,864 \times 28,7 - 0,0053 \times 1,0 \times 28,7^2 = 20,9 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{3-4} = 0,864 \times 6,5 - 0,0053 \times 1,0 \times 6,5^2 = 5,4 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 20,9 + 5,4 = 26,3 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $C = 2,8$  m, rzeczywista długość ramienia kompensacji  $C_{rz} = 41,5$  m

$C_{rz} > C$  – warunek spełniony

### **3. Samokompensacja typu Z odcinków 4-7'**

**Dane:**  $G = 36,1 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 139,7/250 \text{ mm}$   
 $L_{4-6} = 72,9 \text{ m}$   
 $L_{7-7'} = 7,0 \text{ m}$   
 $W = 0,0057 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 0,9 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 72 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{4-6} = 0,864 \times 72,9 - 0,0057 \times 0,9 \times 72,9^2 = 35,7 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{7-7'} = 0,864 \times 7,0 - 0,0057 \times 0,9 \times 7,0^2 = 5,8 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 35,7 + 5,8 = 41,5 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $C = 3,5$  m, rzeczywista długość ramienia kompensacji  $C_{rz} = 14,0$  m

$C_{rz} > C$  – warunek spełniony

### **4. Samokompensacja typu Z odcinków 7'-K1'**

**Dane:**  $G = 36,1 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 139,7/250 \text{ mm}$   
 $L_{6'-7} = 7,0 \text{ m}$   
 $L_{K1-K1'} = 2,0 \text{ m}$   
 $W = 0,0057 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 0,8 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 72 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{7'-8} = 0,864 \times 7,0 - 0,0057 \times 0,8 \times 7,0^2 = 5,8 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{K1-K1'} = 0,864 \times 2,0 - 0,0057 \times 0,8 \times 2,0^2 = 1,7 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 5,8 + 1,7 = 7,5 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $C = 2,0$  m, rzeczywista długość ramienia kompensacji  $C_{rz} = 7,3$  m

$C_{rz} > C$  – warunek spełniony

### **5. Samokompensacja typu Z odcinków K1'-10'**

**Dane:**  $G = 27,5 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 114,3/225 \text{ mm}$   
 $L_{K1'-9} = 2,0 \text{ m}$   
 $L_{10-10'} = 5,4 \text{ m}$   
 $W = 0,0063 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 0,8 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 65 \text{ m}$



$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{K1'-9} = 0,864 \times 2,0 - 0,0063 \times 0,8 \times 2,0^2 = 1,7 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{10-10'} = 0,864 \times 5,4 - 0,0063 \times 0,8 \times 5,4^2 = 4,5 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 1,7 + 4,5 = 6,2 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $C = 2,0 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $C_{rz} = 4,5 \text{ m}$

$C_{rz} > C$  – warunek spełniony

## **6. Samokompensacja typu L odcinków 10'-K3'**

**Dane:**  $G = 20,9 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 88,9/200 \text{ mm}$   
 $L_{10'-K2} = 5,4 \text{ m}$   
 $L_{K2-K3} = 25,0 \text{ m}$   
 $W = 0,0081 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 0,8 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 55 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{10'-K2} = 0,864 \times 5,4 - 0,0081 \times 0,8 \times 5,4^2 = 4,5 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{K2-K3} = 0,864 \times 25,0 - 0,0081 \times 0,8 \times 25,0^2 = 17,6 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L_{10'-K2}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{10'-K2}' = 1,0 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 25,0 \text{ m}$

$L_{rz} > L_{10'-K2}'$  – warunek spełniony

- dla  $\Delta L_{K2-K3}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{K2-K3}' = 2,5 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 5,4 \text{ m}$

$L_{rz} > L_{K2-K3}'$  – warunek spełniony

## **7. Samokompensacja typu Z odcinków K3-K4**

**Dane:**  $G = 14,2 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 76,1/160 \text{ mm}$   
 $L_{K3-11} = 26,5 \text{ m}$   
 $L_{12-K4} = 5,5 \text{ m}$   
 $W = 0,0084 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 0,7 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 49 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{K3-11} = 0,864 \times 26,5 - 0,0084 \times 0,7 \times 26,5^2 = 18,4 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{12-K4} = 0,864 \times 5,5 - 0,0084 \times 0,7 \times 5,5^2 = 4,6 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 18,4 + 4,6 = 23,0 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $C = 1,8 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $C_{rz} = 23,2 \text{ m}$

$C_{rz} > C$  – warunek spełniony

### **8. Samokompensacja typu L odcinków K4-14**

**Dane:**  $G = 8,6 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 76,1/160 \text{ mm}$   
 $L_{K4-13} = 21,8 \text{ m}$   
 $L_{13-14} = 15,8 \text{ m}$   
 $W = 0,0084 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 0,6 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 49 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{K4-13} = 0,864 \times 21,8 - 0,0084 \times 0,6 \times 21,8^2 = 19,0 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{13-14} = 0,864 \times 15,8 - 0,0084 \times 0,6 \times 15,8^2 = 12,3 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L_{K4-13}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{K4-13}' = 1,8 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 15,8 \text{ m}$

$$L_{rz} > L_{K4-13}' - \text{warunek spełniony}$$

- dla  $\Delta L_{13-14}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{13-14}' = 1,6 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 26,6 \text{ m}$

$$L_{rz} > L_{13-14}' - \text{warunek spełniony}$$

### **9. Samokompensacja typu Z odcinków 21-23'**

**Dane:**  $G = 29,2 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 114,3/225 \text{ mm}$   
 $L_{21-22} = 13,8 \text{ m}$   
 $L_{23-23'} = 22,3 \text{ m}$   
 $W = 0,0063 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 1,1 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 65 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{21-22} = 0,864 \times 13,8 - 0,0063 \times 1,1 \times 13,8^2 = 10,6 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{23-23'} = 0,864 \times 22,3 - 0,0063 \times 1,1 \times 22,3^2 = 15,8 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 10,6 + 15,8 = 26,4 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $C = 2,0 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $C_{rz} = 4,5 \text{ m}$

$$C_{rz} > C - \text{warunek spełniony}$$

### **10. Samokompensacja typu L odcinków 23'-24'**

**Dane:**  $G = 29,2 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 114,3/225 \text{ mm}$   
 $L_{23'-24} = 22,3 \text{ m}$   
 $L_{24-24'} = 13,9 \text{ m}$   
 $W = 0,0063 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 1,0 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 65 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{23'-24} = 0,864 \times 22,3 - 0,0063 \times 1,0 \times 22,3^2 = 16,1 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{24-24'} = 0,864 \times 13,9 - 0,0063 \times 1,0 \times 13,9^2 = 10,8 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L_{23'-24}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{23'-24}' = 2,5 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 13,9 \text{ m}$

$$L_{rz} > L_{23'-24}' - \text{warunek spełniony}$$

- dla  $\Delta L_{24-24'}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{24-24}' = 1,8 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 22,3 \text{ m}$

$$L_{rz} > L_{24-24}' - \text{warunek spełniony}$$

### **11. Samokompensacja typu Z odcinków 24'-K5'**

**Dane:**  $G = 29,2 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 114,3/225 \text{ mm}$   
 $L_{24'-25} = 13,9 \text{ m}$   
 $L_{26-K5} = 6,3 \text{ m}$   
 $W = 0,0063 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 0,9 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 65 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{24'-25} = 0,864 \times 13,9 - 0,0063 \times 0,9 \times 13,9^2 = 10,9 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{26-K5} = 0,864 \times 6,3 - 0,0063 \times 0,9 \times 6,3^2 = 5,2 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 10,9 + 5,2 = 16,1 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $C = 2,0 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $C_{rz} = 2,8 \text{ m}$

$$C_{rz} > C - \text{warunek spełniony}$$

### **12. Samokompensacja typu L odcinków K5-28**

**Dane:**  $G = 20,6 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 88,9/200 \text{ mm}$   
 $L_{K5-27} = 10,1 \text{ m}$   
 $L_{27-28} = 17,7 \text{ m}$   
 $W = 0,0081 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 0,9 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 55 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{K5-27} = 0,864 \times 10,1 - 0,0081 \times 0,9 \times 10,1^2 = 8,0 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{27-28} = 0,864 \times 17,7 - 0,0081 \times 0,9 \times 17,7^2 = 13,0 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L_{K5-27}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{K5-27}' = 1,5 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 17,7 \text{ m}$

$$L_{rz} > L_{K5-27}' - \text{warunek spełniony}$$

- dla  $\Delta L_{27-28}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{27-28}' = 1,7$  m, rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 10,1$  m

$L_{rz} > L_{27-28}'$  – warunek spełniony

### **13. Samokompensacja typu Z odcinków 28-31**

**Dane:**  $G = 16,3 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 88,9/200 \text{ mm}$   
 $L_{28-29} = 23,4 \text{ m}$   
 $L_{30-31} = 8,0 \text{ m}$   
 $W = 0,0081 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 0,9 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 55 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{28-29} = 0,864 \times 23,4 - 0,0081 \times 0,9 \times 23,4^2 = 16,2 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{30-31} = 0,864 \times 8,0 - 0,0081 \times 0,9 \times 8,0^2 = 6,4 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 16,2 + 6,4 = 22,6 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $C = 2,0$  m, rzeczywista długość ramienia kompensacji  $C_{rz} = 4,8$  m

$C_{rz} > C$  – warunek spełniony

### **14. Samokompensacja typu Z odcinków 32-35**

**Dane:**  $G = 6,7 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 60,3/140 \text{ mm}$   
 $L_{32-33} = 15,0 \text{ m}$   
 $L_{34-35} = 17,0 \text{ m}$   
 $W = 0,0093 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 0,9 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 42 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{32-33} = 0,864 \times 15,0 - 0,0093 \times 0,9 \times 15,0^2 = 11,1 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{34-35} = 0,864 \times 17,0 - 0,0093 \times 0,9 \times 17,0^2 = 12,3 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 11,1 + 12,3 = 23,4 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $C = 2,0$  m, rzeczywista długość ramienia kompensacji  $C_{rz} = 6,0$  m

$C_{rz} > C$  – warunek spełniony

### **15. Samokompensacja typu Z odcinków K6-41**

**Dane:**  $G = 10,8 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 76,1/160 \text{ mm}$   
 $L_{K6-39} = 13,1 \text{ m}$   
 $L_{40-41} = 37,7 \text{ m}$

$$W = 0,0084 \text{ mm/m}^3$$

$$H = 0,9 \text{ m}$$

$$L_{\max} = 49 \text{ m}$$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{K6-39} = 0,864 \times 13,1 - 0,0084 \times 0,9 \times 13,1^2 = 9,9 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{40-41} = 0,864 \times 37,7 - 0,0084 \times 0,9 \times 37,7^2 = 20,7 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 9,9 + 20,7 = 30,6 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $C = 2,2 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $C_{rz} = 17,5 \text{ m}$

$C_{rz} > C$  – warunek spełniony

### **16. Samokompensacja typu Z odcinków K6-45**

**Dane:**  $G = 19,8 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 114,3/225 \text{ mm}$   
 $L_{K6-43} = 33,6 \text{ m}$   
 $L_{44-45} = 17,9 \text{ m}$   
 $W = 0,0063 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 1,0 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 65 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{24'-25} = 0,864 \times 33,6 - 0,0063 \times 1,0 \times 33,6^2 = 21,9 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{26-K5} = 0,864 \times 17,9 - 0,0063 \times 1,0 \times 17,9^2 = 13,4 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 21,9 + 13,4 = 35,3 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $C = 3,8 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $C_{rz} = 10,0 \text{ m}$

$C_{rz} > C$  – warunek spełniony

### **17. Samokompensacja typu L odcinków 46-47'**

**Dane:**  $G = 9,9 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 88,9/200 \text{ mm}$   
 $L_{46-47} = 10,9 \text{ m}$   
 $L_{47-47'} = 6,5 \text{ m}$   
 $W = 0,0081 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 0,8 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 55 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{46-47} = 0,864 \times 10,9 - 0,0081 \times 0,8 \times 10,9^2 = 8,6 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{47-47'} = 0,864 \times 6,5 - 0,0081 \times 0,8 \times 6,5^2 = 5,3 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L_{46-47}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{46-47}' = 1,0 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 6,5 \text{ m}$

$L_{rz} > L_{46-47}'$  – warunek spełniony

- dla  $\Delta L_{47-47'}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{47-47'}' = 1,0$  m, rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 10,2$  m

$L_{rz} > L_{47-47'}'$  – warunek spełniony

### **18. Samokompensacja typu L odcinków 47'-K8'**

**Dane:**  $G = 5,1$  m<sup>3</sup>/h  
 $d_z = 76,1/160$  mm  
 $L_{47'-K8} = 6,5$  m  
 $L_{K8-K8'} = 22,1$  m  
 $W = 0,0084$  mm/m<sup>3</sup>  
 $H = 0,8$  m  
 $L_{max} = 49$  m

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{47'-K8} = 0,864 \times 6,5 - 0,0084 \times 0,8 \times 6,5^2 = 5,3 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{K8-K8'} = 0,864 \times 22,1 - 0,0084 \times 0,8 \times 22,1^2 = 15,5 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L_{49'-K8}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{49'-K8}' = 1,0$  m, rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 22,1$  m

$L_{rz} > L_{49'-K8}'$  – warunek spełniony

- dla  $\Delta L_{K8-K8'}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{K8-K8'}' = 1,8$  m, rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 6,5$  m

$L_{rz} > L_{K8-K8'}'$  – warunek spełniony

### **19. Samokompensacja typu L odcinków K8'-K9**

**Dane:**  $G = 5,1$  m<sup>3</sup>/h  
 $d_z = 76,1/160$  mm  
 $L_{K8'-48} = 22,1$  m  
 $L_{48-K9} = 18,5$  m  
 $W = 0,0084$  mm/m<sup>3</sup>  
 $H = 0,8$  m  
 $L_{max} = 49$  m

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{K8'-48} = 0,864 \times 22,1 - 0,0084 \times 0,8 \times 22,1^2 = 15,5 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{48-K9} = 0,864 \times 18,5 - 0,0084 \times 0,8 \times 18,5^2 = 13,4 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L_{K8'-48}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{K8'-48}' = 1,8$  m, rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 18,5$  m

$L_{rz} > L_{K8'-48}'$  – warunek spełniony

- dla  $\Delta L_{48-K9}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{48-K9}' = 1,8$  m, rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 22,1$  m

$L_{rz} > L_{48-K9}'$  – warunek spełniony

**20. Samokompensacja typu Z odcinków K9-K10**

**Dane:**  $G = 5,1 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 60,3/140 \text{ mm}$   
 $L_{K9-49} = 10,2 \text{ m}$   
 $L_{50-K10} = 10,6 \text{ m}$   
 $W = 0,0093 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 0,8 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 42 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{K9-49} = 0,864 \times 10,2 - 0,0093 \times 0,8 \times 10,2^2 = 8,3 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{50-K10} = 0,864 \times 10,6 - 0,0093 \times 0,8 \times 10,6^2 = 8,6 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 8,3 + 8,6 = 16,9 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $C = 1,9 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $C_{rz} = 8,4 \text{ m}$

$C_{rz} > C$  – warunek spełniony

**21. Samokompensacja typu Z odcinków K10-54'**

**Dane:**  $G = 5,1 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 48,3/125 \text{ mm}$   
 $L_{K10-53} = 12,3 \text{ m}$   
 $L_{54-54'} = 6,2 \text{ m}$   
 $W = 0,0117 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 0,7 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 34 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{K10-53} = 0,864 \times 12,3 - 0,0093 \times 0,7 \times 12,3^2 = 9,4 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{54-54'} = 0,864 \times 6,2 - 0,0093 \times 0,7 \times 6,2^2 = 5,0 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 9,4 + 5,0 = 14,4 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $C = 1,6 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $C_{rz} = 4,6 \text{ m}$

$C_{rz} > C$  – warunek spełniony

**22. Samokompensacja typu L odcinków 54'-56**

**Dane:**  $G = 5,1 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $d_z = 48,3/125 \text{ mm}$   
 $L_{54'-55} = 6,2 \text{ m}$   
 $L_{55-56} = 6,0 \text{ m}$   
 $W = 0,0117 \text{ mm/m}^3$   
 $H = 0,7 \text{ m}$   
 $L_{\max} = 34 \text{ m}$

$$\Delta L = 0,864 \times L - W \times H \times L^2$$

$$\Delta L_{54'-55} = 0,864 \times 6,2 - 0,0093 \times 0,7 \times 6,2^2 = 5,0 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{55-56} = 0,864 \times 6,0 - 0,0093 \times 0,7 \times 6,0^2 = 4,9 \text{ mm}$$

- dla  $\Delta L_{54'-55}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{54'-55}' = 1,0 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 6,2 \text{ m}$

$L_{rz} > L_{54'-55}'$  – warunek spełniony

- dla  $\Delta L_{55-56}$  długość ramienia kompensacji odczytano z nomogramu  $L_{55-56}' = 1,0 \text{ m}$ , rzeczywista długość ramienia kompensacji  $L_{rz} = 6,0 \text{ m}$

$L_{rz} > L_{55-56}'$  – warunek spełniony