

## 2.0. Obliczenia wydłużeń cieplnych.

### 2.1. Założenia do obliczeń.

Wydłużenie cieplne:

$$\Delta L = \alpha [T_d - T_m] \times L - (F \times L^2) / (2 \times E \times A) \text{ [m]}$$

$$\alpha = 1,22 \times 10^{-5}$$

$$T_d = 130$$

$$T_m = 10$$

$$E = 2,1 \times 10^5$$

$$L$$

$$A$$

$$F = (1 + K_o) / 2 \times \pi \times D \times H \times \zeta \times \mu$$

$$\mu = 0,4$$

$$\zeta = 18\,000$$

$$D$$

$$H$$

$$K_o = 0,6$$

$$[1/^{\circ}\text{C}]$$

$$[^{\circ}\text{C}]$$

$$[^{\circ}\text{C}]$$

$$[\text{N}/\text{mm}^2]$$

$$[\text{m}]$$

$$[\text{mm}^2]$$

$$[\text{N}/\text{m}]$$

$$[\text{N}/\text{m}^3]$$

$$[\text{m}]$$

$$[\text{m}]$$

- współczynnik rozszerzalności liniowej
- temperatura robocza
- temperatura montażu
- moduł sprężystości
- długość odcinka
- powierzchnia przekroju rury
- siła tarcia
- współczynnik tarcia między gruntem, a płaszczem rury
- gęstość materiału przykrywającego
- średnica zewnętrzna rury
- głębokość ułożenia do osi rury
- współczynnik tarcia spoczynkowego wg Jaky'ego

# Obliczenia Projekt wykonawczy budowy sieci i przyłączy ciepłowniczych do budynku położonych przy ul. Kieturakisa w Gdańsku

OBIEKT	$t_d$	$t_m$	SIEĆ CIEPLNA ŚREDNIC A "D"	Lmax	L	D <sub>zp</sub>	D <sub>z</sub>	H	A	V	F	ΔL	ΔL <sub>1</sub>	ΔL <sub>2</sub>	Δ <sub>1</sub>	Δ <sub>2</sub>	ΔL=(ΔL <sub>1</sub> <sup>2</sup> +ΔL <sub>2</sub> <sup>2</sup> ) <sup>0,5</sup>	UKŁAD "L"		Grubość ułożenia poduszek ΔL/0,7	ILOŚĆ WARSTW Z	ILOŚĆ WARSTW P	PRZYJĘTO		ILOŚĆ PODUSZEK
	°C	°C																mm	m				m	m	
UPS0 – X – UPS1 "L"	130	8	80/160	55,0	x	0,160	0,0889	1,000	0,000862	14244,12	2504,686061	x						m	m		szt.	szt.	szt.	szt.	szt.
	130	8	80/160	50,8	8,90	0,160	0,0889	1,288	0,000862	18346,42656	3226,035646	0,012						1,59		0,018	0	0	0	0	0
UPS1 – C – UPS2 "L"	130	8	50/125	39,4	13,90	0,125	0,0603	1,288	0,000523	18346,42656	2520,340349	0,018	0,018	0,008	0,007	0,024	0,025	1,85		0,035	1	1	4	2	6
	130	8	50/125	53,5	5,60	0,125	0,0603	0,950	0,000523	13531,914	1858,946686	0,008	0,018	0,008	0,010	0,015	0,018	1,60		0,026	1	1	2	2	4
UPS2 – E – F – UPS3 "Z"	130	8	50/125	53,5	5,60	0,125	0,0603	0,950	0,000523	13531,914	1858,946686	0,008	0,008	0,011	0,002	0,008	0,008	1,07	1,04	0,012	1	1	2	2	4
	130	8	50/125	51,3	7,55	0,125	0,0603	0,990	0,000523	14101,6788	1937,218125	0,011	0,008	0,011	0,011	0,001	0,011	1,23		0,015	1	1	2	2	4
UPS3 – G – UPS4 "L"	130	8	50/125	51,3	7,55	0,125	0,0603	0,990	0,000523	14101,6788	1937,218125	0,011	0,011	0,005	0,011	0,025	0,027	1,96		0,039	2	1	4	2	6
	130	8	50/125	51,0	3,70	0,125	0,0603	0,996	0,000523	14187,14352	1948,958841	0,005	0,011	0,005	0,013	0,023	0,026	1,90		0,037	2	1	4	2	6
UPS4 – H – I – Bud.M1 "Z"	130	8	50/125	51,0	3,70	0,125	0,0603	0,996	0,000523	14187,14352	1948,958841	0,005						0,86	0,78	0,008	1	1	2	2	4
	130	8	50/125	47,5	3,80	0,125	0,0603	1,068	0,000523	15212,72016	2089,847432	0,005						0,87		0,008	1	1	2	2	4
UPS1 – B – Bud.H3 "L"	130	8	80/160	50,8	12,00	0,160	0,0889	1,288	0,000862	18346,42656	3226,035646	0,016						1,83		0,023	1	1	4	2	6
	130	8	80/160	91,8	1,55	0,160	0,0889	0,712	0,000862	10141,81344	1783,336475	0,002						0,68		0,003	0	0	0	0	0
D – D1 – UPSD1 "L"	130	8	32/110	53,1	2,00	0,110	0,0424	0,675	0,000325	9614,781	1162,330875	0,003	0,003	0,020	0,011	0,003	0,012	1,08		0,017	0	0	0	0	0
	130	8	32/110	53,4	14,90	0,110	0,0424	0,672	0,000325	9572,04864	1157,16496	0,020	0,003	0,020	0,023	0,002	0,023	1,50		0,033	1	1	2	2	4
UPSD1 – D2 – UPSD2 "L"	130	8	32/110	53,4	14,90	0,110	0,0424	0,672	0,000325	9572,04864	1157,16496	0,020						1,40		0,028	1	1	2	2	4
	130	8	32/110	33,2	9,00	0,110	0,0424	1,081	0,000325	15397,89372	1861,451372	0,012						1,09		0,017	1	1	2	2	4
UPSD2 – D3 – UPSD3 "L"	130	8	32/110	33,2	9,00	0,110	0,0424	1,081	0,000325	15397,89372	1861,451372	0,012						1,09		0,017	1	1	2	2	4
	130	8	32/110	23,4	18,05	0,110	0,0424	1,533	0,000325	21836,23596	2639,782565	0,020						1,40		0,028	1	1	2	2	4
UPSD3 – D4 – Bud.H4 "L"	130	8	32/110	23,4	18,05	0,110	0,0424	1,533	0,000325	21836,23596	2639,782565	0,020						1,40		0,028	1	1	2	2	4
	130	8	32/110	24,9	1,30	0,110	0,0424	1,438	0,000325	20483,04456	2476,195257	0,002						0,43		0,003	0	0	0	0	0

Dane:

α <sub>t</sub>	0,0000122	współczynnik rozszerzalności liniowej
t <sub>d</sub>	130	temperatura robocza
t <sub>m</sub>	10	temperatura montażu
E <sub>T</sub>	2,04	współczynnik sprężystości podłużnej
f <sub>d</sub>	190	zredukowana wytrzymałość obliczeniowa stali
L		długość odcinka
A		powierzchnia przekroju rury
F		siła tarcia
μ	0,35	współczynnik tarcia między płaszczem rury a gruntem
γ	1,1	gęstość materiału przykrywającego
D <sub>zp</sub>		średnica zewnętrzna rury
H		głębokość ułożenia do osi rury
K <sub>o</sub>	0,6	współczynnik tarcia spoczynkowego wg Jaky'ego
π	3,14	
g	9,81	
ρ	1650	gęstość gruntu zasypowego

UPS1	L1		20,3
X=0,5*(L2-D1/D2)*L	L2		1,9
	D1		160
	D2		125
UPS3	L1		1,7
X=0,5*(L2-D1/D2)*L	L2		34
	D1		125
	D2		110

8,3
13,9

17,7
18,0

Obliczenia Projekt wykonawczy budowy sieci i przyłączy ciepłowniczych do budynku położonych przy ul. Kieturakisa w Gdańsku

OBIEKT	$t_d$	$t_m$	SIEĆ CIEPLNA ŚREDNIC A "D"	Lmax	L	$D_{zp}$	$D_z$	H	A	V	F	$\Delta L$	$\Delta L_1$	$\Delta L_2$	$\Delta_1$	$\Delta_2$	$\Delta L = (\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2)^{0.5}$	UKŁAD "L"	Grubość ułożenia poduszek $\Delta L_{0.7}$	ILOŚĆ WARSTW	P	
																		DLUGOŚĆ RAMION KOMPENSACJI				
	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$																$\Delta L_1 = 1,2 \cdot (1,5 \cdot E_r / f_d)^{0.5} \cdot (D_z \times \Delta L)^{0.5}$				$C = (1,5 \cdot E_r / f_d)^{0.5} \cdot (D_z \times \Delta L)^{0.5}$
	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	mm	m	m	m	m	m	m <sup>2</sup>	N/m <sup>2</sup>	N/m	m					m	m		szt.	szt.	
UPS0 – X – UPS1 "L"	70	8	80/160	55,0	x	0,160	0,0889	1,000	0,000862	14244,12	2504,686061	x										
	70	8	80/160	50,8	8,90	0,160	0,0889	1,288	0,000862	18346,42656	3226,035646	0,006						1,09		0,008	0	0
UPS1 – C – UPS2 "L"	70	8	50/125	39,4	13,90	0,125	0,0603	1,288	0,000523	18346,42656	2520,340349	0,008	0,008	0,004	0,003	0,010	0,011	1,23		0,015	1	2
	70	8	50/125	53,5	5,60	0,125	0,0603	0,950	0,000523	13531,914	1858,946686	0,004	0,008	0,004	0,005	0,007	0,008	1,08		0,012	1	2
UPS2 – E – F – UPS3 "Z"	70	8	50/125	53,5	5,60	0,125	0,0603	0,950	0,000523	13531,914	1858,946686	0,004	0,004	0,005	0,001	0,004	0,004	0,75	0,72	0,006	1	2
	70	8	50/125	51,3	7,55	0,125	0,0603	0,990	0,000523	14101,6788	1937,218125	0,005	0,004	0,005	0,005	0,001	0,005	0,85		0,007	1	2
UPS3 – G – UPS4 "L"	70	8	50/125	51,3	7,55	0,125	0,0603	0,990	0,000523	14101,6788	1937,218125	0,005	0,005	0,003	0,006	0,012	0,013	1,35		0,019	1	2
	70	8	50/125	51,0	3,70	0,125	0,0603	0,996	0,000523	14187,14352	1948,958841	0,003	0,005	0,003	0,006	0,011	0,012	1,32		0,018	1	2
UPS4 – H – I – Bud.M1 "Z"	70	8	50/125	51,0	3,70	0,125	0,0603	0,996	0,000523	14187,14352	1948,958841	0,003						0,60	0,54	0,004	1	2
	70	8	50/125	47,5	3,80	0,125	0,0603	1,068	0,000523	15212,72016	2089,847432	0,003						0,61		0,004	1	2
UPS1 – B – Bud. H3 "L"	70	8	80/160	50,8	12,00	0,160	0,0889	1,288	0,000862	18346,42656	3226,035646	0,007						1,24		0,011	1	2
	70	8	80/160	91,8	1,55	0,160	0,0889	0,712	0,000862	10141,81344	1783,336475	0,001						0,48		0,002	0	0
D – D1 – UPSD1 "L"	70	8	32/110	53,1	2,00	0,110	0,0424	0,675	0,000325	9614,781	1162,330875	0,001	0,001	0,009	0,005	0,002	0,005	0,73		0,008	0	0
	70	8	32/110	53,4	14,90	0,110	0,0424	0,672	0,000325	9572,04864	1157,16496	0,009	0,001	0,009	0,010	0,001	0,010	1,01		0,015	1	2
UPSD1 – D2 – UPSD2 "L"	70	8	32/110	53,4	14,90	0,110	0,0424	0,672	0,000325	9572,04864	1157,16496	0,009						0,94		0,013	1	2
	70	8	32/110	33,2	9,00	0,110	0,0424	1,081	0,000325	15397,89372	1861,451372	0,005						0,73		0,008	1	2
UPSD2 – D3 – UPSD3 "L"	70	8	32/110	33,2	9,00	0,110	0,0424	1,081	0,000325	15397,89372	1861,451372	0,005						0,73		0,008	1	2
	70	8	32/110	23,4	18,05	0,110	0,0424	1,533	0,000325	21836,23596	2639,782565	0,007						0,81		0,010	1	2
UPSD3 – D4 – Bud.H4 "L"	70	8	32/110	23,4	18,05	0,110	0,0424	1,533	0,000325	21836,23596	2639,782565	0,007						0,81		0,010	1	2
	70	8	32/110	24,9	1,30	0,110	0,0424	1,438	0,000325	20483,04456	2476,195257	0,001						0,30		0,001	0	0

Dane:

$\alpha_t$	0,0000122	współczynnik rozszerzalności liniowej
$t_d$	70	temperatura robocza
$t_m$	10	temperatura montażu
$E_r$	2,04	współczynnik sprężystości podłużnej
$f_d$	190	zredukowana wytrzymałość obliczeniowa stali
L		długość odcinka
A		powierzchnia przekroju rury
F		siła tarcia
$\mu$	0,35	współczynnik tarcia między płaszczem rury a gruntem
$\gamma$	1,1	gęstość materiału przykrywającego
$D_{zp}$		średnica zewnętrzna rury
H		głębokość ułożenia do osi rury
$K_O$	0,6	współczynnik tarcia spoczynkowego wg Jaky'ego
$\pi$	3,14	
g	9,81	
$\rho$	1650	gęstość gruntu zasypowego