2.0. Obliczenia wydłużeń cieplnych.

2.1. Założenia do obliczeń.

Wydłużenie cieplne: $dL=\alpha [Td-Tm] \times L - (F \times L^2) / (2 \times E \times A)$ [m]

$\alpha = 1{,}22 \times 10^{-5}$	$[1/^{O}C]$	-	współczynnik rozszerzalności liniowej
$T_d = 95$	$[^{O}C]$	-	temperatura robocza
$T_m - 10$	$[^{O}C]$	-	temperatura montażu
$E = 2{,}1 \times 10^{5}$	$[N/mm^2]$	-	moduł sprężystości
L	[m]	-	długość odcinka
A	$[mm^2]$	-	powierzchnia przekroju rury
$F = (1+Ko)/2 \times \pi \times D \times H \times \varsigma \times \mu$	[N/m]	-	siła tarcia
$\mu = 0{,}35$		-	współczynnik tarcia między gruntem, a płaszczem rury
$\varsigma = 18\,000$	$[N/m^3]$	-	gęstość materiału przykrywającego
D	[m]	-	średnica zewnętrzna rury
H	[m]	-	głębokość ułożenia do osi rury
Ko = 0,6		-	współczynnik tarcia spoczynkowego wg Jaky'ego

Obliczenia Projekt wykonawczy budowy osiedlowej sieci ciepłowniczej wraz przyłączami do budynków przy ul. Zaczarowanej w Rotmance

OBIEKT	t_d	t_m	SIEĆ CIEPLNA ŚREDNICA "D"	Lmax	L	D_{ZP}	D_Z	H	A	V	F	ΔL	ΔL_1	ΔL_2	Δ_1	Δ_2	$\Delta L=(\Delta L1^2+\Delta L2^2)^{0,5}$	UKŁAD "L" DŁUGOŚĆ RAMION KOMPENSACJI $\Delta L1=1,2*(1,5*E_T/f_d)^{1/2}\times(D_Z\times\Delta_2)^{1/2}$	UKŁAD "Z" DŁUGOŚĆ RAMIENIA KOMPEN $\Delta L=0,45*(\Delta L^{1}+\Delta L^{2})$	Grubość ułożenia poduszek ΔL/0,7	ILOŚĆ WARSTW Z	ILOŚĆ WARSTW P	PRZYJĘTO Z	PRZYJĘTO P	ILOŚĆ PODUSZEK
	°C	°C	mm	m	m	m	m	m	m^2	N/m^2	N/m	m						m	m		szt.	szt.	szt.	szt.	szt.
Sieć główna																									
UPS0 – A – B "T"	95	10	100/200	83,5	34,70	0,200	0,1143	0,910	0,001252	12962,1492	2849,080394	0,029						2,79		0,042	2	1	10	4	14
A – B – C – UPS1 "Z"	95	10	100/200	66,2	3,30	0,200	0,1143	1,147	0,001252	16338,00564	3591,09364	0,003						0,94	0,91	0,005	1	0	2	0	2
	95	10	100/200	68,1	4,40	0,200	0,1143	1,116	0,001252	15896,43792	3494,037055	0,004						1,08		0,006	1	0	2	0	2
UPS1 – D – UPS2 "L"	95	10	100/200	68,1	4,40	0,200	0,1143	1,116	0,001252	15896,43792	3494,037055	0,004						1,08	1,77	0,006	1	0	4	0	4
	95	10	100/200	69,8	39,20	0,200	0,1143	1,088	0,001252	15497,60256	3406,373043	0,030						2,84		0,043	0	1	0	0	0
UPS2 – E – F – UPS3 "L"	95	10	100/200	69,8	39,20	0,200	0,1143	1,088	0,001252	15497,60256	3406,373043	0,030	0,030	0,006	0,002	0,031	0,032	2,89	2,05	0,045	2	1	10	4	14
	95	10	100/200	78,1	6,50	0,200	0,1143	0,973	0,001252	13859,52876	3046,324421	0,006	0,030	0,006	0,007	0,008	0,011	1,67		0,009	1	1	2	2	4
UPS3 – G – H – UPS4 "Z"	95	10	100/200	78,1	6,50	0,200	0,1143	0,973	0,001252	13859,52876	3046,324421	0,006						1,31	1,73	0,009	1	1	2	2	4
	95	10	100/200	72,3	28,20	0,200	0,1143	1,051	0,001252	14970,57012	3290,531312	0,024						2,53		0,034	1	1	3	3	6
UPS4 – J – UPS5 "L"	95	10	125/225	79,0	22,40	0,225	0,1397	1,051	0,001539	14970,57012	3701,847726	0,020						2,56		0,029	1	1	6	4	10
	95	10	125/225	76,2	3,35	0,225	0,1397	1,090	0,001539	15526,0908	3839,214103	0,003						1,05		0,005	0	0	0	0	0
UPS5 – K – UPS6 "L"	95	10	125/225	76,2	3,35	0,225	0,1397	1,090	0,001539	15526,0908	3839,214103	0,003						1,05		0,005	0	0	0	0	0
	95	10	125/225	61,8	38,80	0,225	0,1397	1,344	0,001539	19144,09728	4733,856655	0,029						3,06		0,041	2	1	10	4	14
UPS6 – Ł – UPS7 "L"	95	10	125/225	61,8	38,80	0,225	0,1397	1,344	0,001539	19144,09728	4733,856655	0,029						3,06		0,041	2	1	10	4	14
	95	10	125/225	42,1	4,50	0,225	0,1397	1,973	0,001539	28103,64876	6949,329747	0,004						1,20		0,006	1	0	4	0	4
UPS7 – M – UPS8 "L"	95	10	125/225	42,1	4,50	0,225	0,1397	1,973	0,001539	28103,64876	6949,329747	0,004						1,20		0,006	1	0	4	0	4
	95	10	125/225	77,7	32,30	0,225	0,1397	1,069	0,001539	15226,96428	3765,247592	0,027						2,97		0,039	2	1	8	4	12
UPS8 – O – UPS9 "L"	95	10	125/225	77,7	32,30	0,225	0,1397	1,069	0,001539	15226,96428	3765,247592	0,027						2,97		0,039	2	1	8	4	12
	95	10	125/225	78,3	44,00	0,225	0,1397	1,060	0,001539	15098,7672	3733,547659	0,034						3,32		0,049	2	1	10	4	14
Przyłącze do budynku A																									
UPS8 – N – N1 "T"	95	10	125/225	77,7	26,80	0,225	0,1397	1,069	0,001539	15226,96428	3765,247592	0,023						2,04		0,034	1	1	4	4	8
N – N1 – UPSN1 "L"	95	10	65/140	42,0	9,50	0,140	0,0761	1,378	0,000667	19628,39736	3020,025218	0,009						1,25		0,013	1	1	4	2	6
	95	10	65/140	65,0	4,25	0,140	0,0761	0,890	0,000667	12677,2668	1950,52427	0,004						0,87		0,006	0	0	0	0	0
UPSN1 – N2 – wbud.A "L"	95	10	65/140	65,0	4,25	0,140	0,0761	0,890	0,000667	12677,2668	1950,52427	0,004						0,87		0,006	1	0	2	0	2
	95	10	65/140	61,5	4,00	0,140	0,0761	0,940	0,000667	13389,4728	2060,104285	0,004						0,84		0,006	1	0	2	0	2
Przyłącze do budynku B																									
UPS9 – P – P1 "T"	95	10	125/225	78,3	37,40	0,225	0,1397	1,060	0,001539	15098,7672	3733,547659	0,030						2,32		0,044	2	1	10	4	14
P – P1 – UPSP1 "L"	95	10	65/140	65,5	3,00	0,140	0,0761	0,883	0,000667	12577,55796	1935,183068	0,003						0,73		0,004	0	0	0	0	0
	95	10	65/140	62,9	2,85	0,140	0,0761	0,919	0,000667	13090,34628	2014,080679	0,003						0,71		0,004	0	0	0	0	0
UPSP1 – P2 – UPSP2 "Z"	95	10	65/140	62,9	2,85	0,140	0,0761	0,919	0,000667	13090,34628	2014,080679	0,003						0,71		0,004	0	0	0	0	0
	95	10	65/140	67,4	10,35	0,140	0,0761	0,858	0,000667	12221,45496	1880,39306	0,010						1,33		0,014	1	1	4	2	6
UPSP2 – P3 – wbud.B "L"	95	10	65/140	67,4	10,35	0,140	0,0761	0,858	0,000667	12221,45496	1880,39306	0,010						1,33		0,014	1	1	4	2	6
	95	10	65/140	68,0	8,00	0,140	0,0761	0,850	0,000667	12107,502	1862,860258	0,008						1,18		0,011	1	1	4	2	6
Przyłącze do budynku C																									
UPS6 – LI – L1 "T"	95	10	125/225	61,8	19,60	0,225	0,1397	1,344	0,001539	19144,09728	4733,856655	0,017						1,75		0,025	1	1	4	4	8

L – L1 L2 – UPSL1 "Z"	95	10	65/140	56,9	3,00	0,140	0,0761	1,017	0,000667	14486,27004	2228,857508	0,003						0,73	1,33	0,004	1	0	1	0	1
	95	10	65/140	61,2	37,35	0,140	0,0761	0,945	0,000667	13460,6934	2071,062287	0,028						2,23		0,040	2	1	6	4	10
UPSL1– L3 – wbud.C "L"	95	10	65/140	61,2	37,35	0,140	0,0761	0,945	0,000667	13460,6934	2071,062287	0,028						2,23		0,040	2	1	6	4	10
	95	10	65/140	58,4	2,60	0,140	0,0761	0,990	0,000667	14101,6788	2169,6843	0,003						0,68		0,004	0	0	0	0	0

213

Dane:

α_t	0,0000122	współczynnik rozszerzalności liniowej
t_d	95	temperatura robocza
t_m	10	temperatura montażu
E_T	2,04	współczynnik sprężystości podłużnej
fd	190	zredukowana wytrzymłość 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_{ZP}		średnica zewnętrzna rury
H		głębokość ułożenia do osi rury
K_O	0,6	współczynnik tarcia spoczynkowego wg Jaky'ego
π	3,14	
g	9,81	
ρ	1650	gęstość gruntu zasypowego

UPS4			47,1	22,4
X=0,5*(L2-D1/D2*L1)			3,5	28,2
			225	
-24,74			200	

Obliczenia Projekt wykonawczy budowy osiedlowej sieci ciepłowniczej wraz przyłączami do budynków przy ul. Zaczarowanej w Rotmance

OBIEKT	t_d	t_m	SIEĆ CIEPLNA ŚREDNICA "D"	Lmax	L	D_{ZP}	D_Z	H	A	V	F	ΔL	ΔL_1	ΔL_2	Δ_1	Δ_2	$\Delta L=(\Delta L1^2+\Delta L2^2)^{0,5}$	UKŁAD "L" DŁUGOŚĆ RAMION KOMPENSACJI $\Delta L1=1,2*(1,5*E_T/f_d)^{1/2}X(D_Z\Delta_2)^{1/2}$	UKŁAD "Z" DŁUGOŚĆ RAMIENIA KOMPEN $\Delta L=0,45*(\Delta L^1+\Delta L^2)$	Grubość ułożenia poduszek $\Delta L/0,7$	ILOŚĆ WARSTW P	P
	°C	°C	mm	m	m	m	m	m	m^2	N/m^2	N/m	m						m	m		szt.	szt.
Sieć główna																						
UPS0 – A – B "T"	65	10	100/200	83,5	34,70	0,200	0,1143	0,910	0,001252	12962,1492	2849,080394	0,017						2,10		0,024	1	4
A – B – C – UPS1 "Z"	65	10	100/200	66,2	3,30	0,200	0,1143	1,147	0,001252	16338,00564	3591,09364	0,002						0,75	0,73	0,003	0	0
	65	10	100/200	68,1	4,40	0,200	0,1143	1,116	0,001252	15896,43792	3494,037055	0,003						0,86		0,004	0	0
UPS1 – D – UPS2 "L"	65	10	100/200	68,1	4,40	0,200	0,1143	1,116	0,001252	15896,43792	3494,037055	0,003						0,86	1,32	0,004	0	0
	65	10	100/200	69,8	39,20	0,200	0,1143	1,088	0,001252	15497,60256	3406,373043	0,016						2,06		0,023	1	4
UPS2 – E – F – UPS3 "L"	65	10	100/200	69,8	39,20	0,200	0,1143	1,088	0,001252	15497,60256	3406,373043	0,016	0,016	0,004	0,001	0,017	0,017	2,10		0,024	1	4
	65	10	100/200	78,1	6,50	0,200	0,1143	0,973	0,001252	13859,52876	3046,324421	0,004	0,016	0,004	0,004	0,004	0,006	1,27		0,006	1	2
UPS3 – G – H – UPS4 "Z"	65	10	100/200	78,1	6,50	0,200	0,1143	0,973	0,001252	13859,52876	3046,324421	0,004						1,04	1,33	0,006	1	2
	65	10	100/200	72,3	28,20	0,200	0,1143	1,051	0,001252	14970,57012	3290,531312	0,014						1,91		0,020	1	3
UPS4 – J – UPS5 "L"	65	10	125/225	79,0	22,40	0,225	0,1397	1,051	0,001539	14970,57012	3701,847726	0,012						1,98		0,017	1	4
	65	10	125/225	76,2	3,35	0,225	0,1397	1,090	0,001539	15526,0908	3839,214103	0,002						0,84		0,003	0	0
UPS5 – K – UPS6 "L"	65	10	125/225	76,2	3,35	0,225	0,1397	1,090	0,001539	15526,0908	3839,214103	0,002						0,84		0,003	0	0
	65	10	125/225	61,8	38,80	0,225	0,1397	1,344	0,001539	19144,09728	4733,856655	0,015						2,18		0,021	1	4
UPS6 – Ł – UPS7 "L"	65	10	125/225	61,8	38,80	0,225	0,1397	1,344	0,001539	19144,09728	4733,856655	0,015						2,18		0,021	1	4
	65	10	125/225	42,1	4,50	0,225	0,1397	1,973	0,001539	28103,64876	6949,329747	0,003						0,95		0,004	0	0
UPS7 – M – UPS8 "L"	65	10	125/225	42,1	4,50	0,225	0,1397	1,973	0,001539	28103,64876	6949,329747	0,003						0,95		0,004	0	0
	65	10	125/225	77,7	32,30	0,225	0,1397	1,069	0,001539	15226,96428	3765,247592	0,015						2,23		0,022	1	4
UPS8 – O – UPS9 "L"	65	10	125/225	77,7	32,30	0,225	0,1397	1,069	0,001539	15226,96428	3765,247592	0,015						2,23		0,022	1	4
	65	10	125/225	78,3	44,00	0,225	0,1397	1,060	0,001539	15098,7672	3733,547659	0,018						2,42		0,026	1	4
Przyłącze do budynku A																						
UPS8 – N – N1 "T"	65	10	125/225	77,7	26,80	0,225	0,1397	1,069	0,001539	15226,96428	3765,247592	0,014						1,55		0,020	1	4
N – N1 – UPSN1 "L"	65	10	65/140	42,0	9,50	0,140	0,0761	1,378	0,000667	19628,39736	3020,025218	0,005						0,97		0,008	1	2
	65	10	65/140	65,0	4,25	0,140	0,0761	0,890	0,000667	12677,2668	1950,52427	0,003						0,69		0,004	0	0
UPSN1 – N2 – wbud.A "L"	65	10	65/140	65,0	4,25	0,140	0,0761	0,890	0,000667	12677,2668	1950,52427	0,003						0,69		0,004	0	0
	65	10	65/140	61,5	4,00	0,140	0,0761	0,940	0,000667	13389,4728	2060,104285	0,003						0,67		0,004	0	0
Przyłącze do budynku B																						
UPS9 – P – P1 "T"	65	10	125/225	78,3	37,40	0,225	0,1397	1,060	0,001539	15098,7672	3733,547659	0,017						1,72		0,024	1	4
P – P1 – UPSP1 "L"	65	10	65/140	65,5	3,00	0,140	0,0761	0,883	0,000667	12577,55796	1935,183068	0,002						0,59		0,003	0	0
	65	10	65/140	62,9	2,85	0,140	0,0761	0,919	0,000667	13090,34628	2014,080679	0,002						0,57		0,003	0	0

UPSP2 – P3 – wbud.B "L"	65	10	65/140	67,4	10,35	0,140	0,0761	0,858	0,000667	12221,45496	1880,39306	0,006						1,05		0,009	1	2
	65	10	65/140	68,0	8,00	0,140	0,0761	0,850	0,000667	12107,502	1862,860258	0,005						0,93		0,007	1	2
Przyłącze do budynku C																						
UPS6 – LI – L1 "T"	65	10	125/225	61,8	19,60	0,225	0,1397	1,344	0,001539	19144,09728	4733,856655	0,010						1,35		0,015	1	4
L – L1 L2 – UPSL1 "Z"	65	10	65/140	56,9	3,00	0,140	0,0761	1,017	0,000667	14486,27004	2228,857508	0,002						0,59	0,98	0,003	0	0
	65	10	65/140	61,2	37,35	0,140	0,0761	0,945	0,000667	13460,6934	2071,062287	0,014						1,60		0,021	1	4
UPSL1– L3 – wbud.C "L"	65	10	65/140	61,2	37,35	0,140	0,0761	0,945	0,000667	13460,6934	2071,062287	0,014						1,60		0,021	1	4
	65	10	65/140	58,4	2,60	0,140	0,0761	0,990	0,000667	14101,6788	2169,6843	0,002						0,55		0,002	0	0

Dane:

α_t	0,0000122	współczynnik rozszerzalności liniowej
t_d	65	temperatura robocza
t_m	10	temperatura montażu
E_T	2,04	współczynnik sprężystości podłużnej
fd	190	zredukowana wytrzymłość 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_{ZP}		średnica zewnętrzna rury
H		głębokość ułożenia do osi rury
K_O	0,6	współczynnik tarcia spoczynkowego wg Jaky'ego
π	3,14	
g	**9,81**	
ρ	1650	gęstość gruntu zasypowego