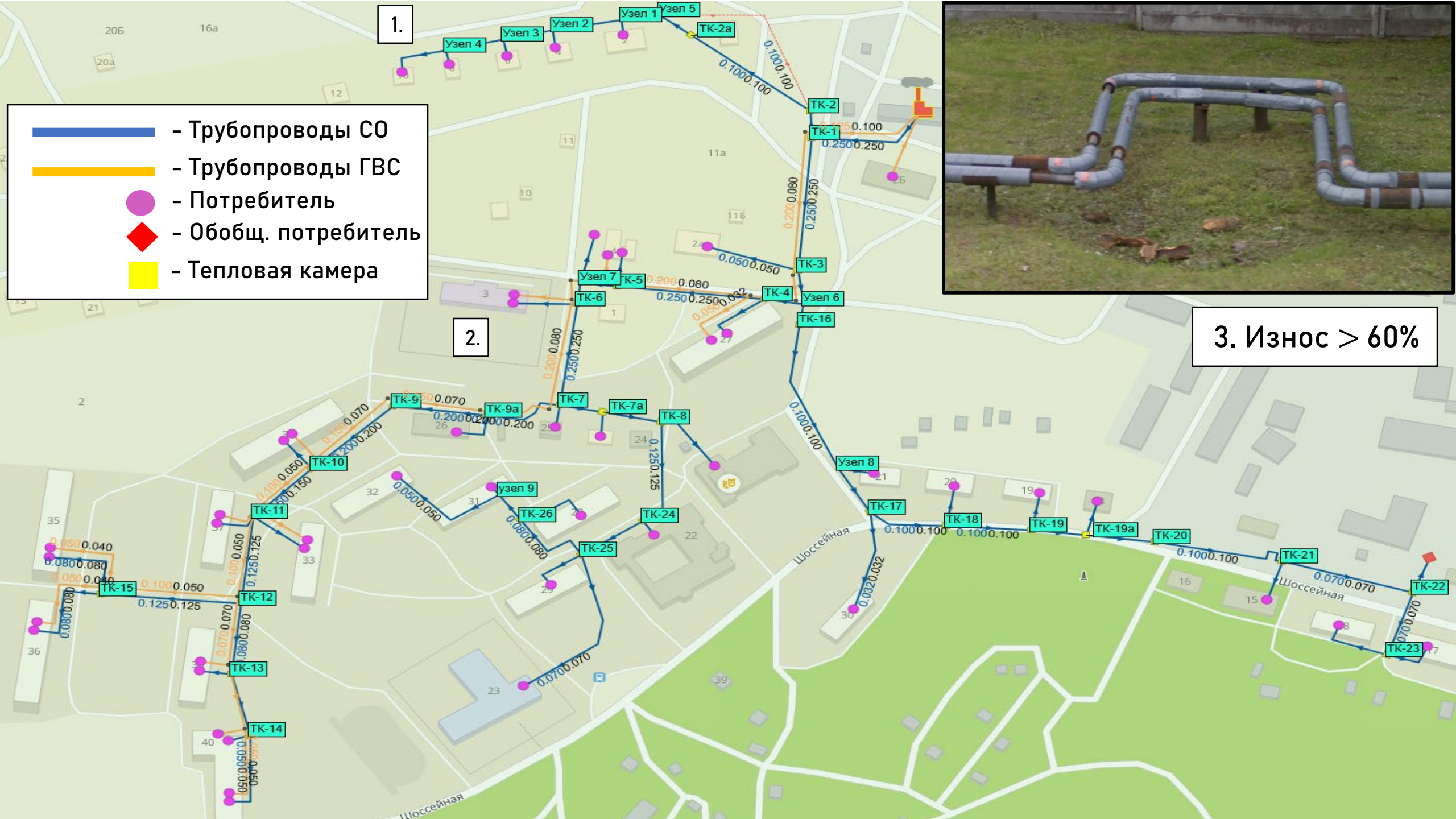
Первое высшее техническое учебное заведение России
Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II

«Модернизация системы центрального теплоснабжения п.Петровское Приозерского района Ленинградской области»

Выполнил: Мальцев А.Е., студент энергетического факультета группы ТЭ-21
Руководитель работы: Яковлев П.В., к.т.н., профессор

г. Санкт-Петербург
2025


- Трубопроводы СО
- Трубопроводы ГВС
- Потребитель
- Обобщ. потребитель
- Тепловая камера
1.
2.
3. Износ > 60%
Узел 1
Узел 2
Узел 3
Узел 4
Узел 5
ТК-2а
ТК-2
ТК-1
ТК-3
ТК-4
ТК-5
ТК-6
Узел 6
Узел 7
ТК-16
ТК-7
ТК-7а
ТК-8
ТК-9
ТК-9а
ТК-10
ТК-11
ТК-12
ТК-13
ТК-14
ТК-15
узел 9
ТК-24
ТК-25
ТК-26
Узел 8
ТК-17
ТК-18
ТК-19
ТК-19а
ТК-20
ТК-21
ТК-22
ТК-23
Шоссейная
Шоссейная
Шоссейная

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Проведение мероприятий по модернизации системы централизованного теплоснабжения населенного пункта.

ЗАДАЧИ:

- Рассчитать исходные тепловые сети;
- Проанализировать расчеты и предоставить визуальные результаты;
- Предложить решения по устранению найденных недостатков;
- Вычислить экономический эффект и срок окупаемости проекта;
- Сделать выводы по проделанной работе.

ОСНОВНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

- ТСН 23-356-2004. Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий. Нормативы по энергопотреблению и теплозащите. – СПб.: Комитет по строительству правительства Ленинградской области, 2004. – 36 с.;
- СНиП 41-02-2003. Строительные нормы и правила. Тепловые сети. – М.: Минрегион России, 2003. – 72 с.;
- РД-7-ВЭП. Расчет систем централизованного теплоснабжения с учетом требований надежности. – М.: Минэнерго России, 2000. – 24 с.;
- СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: Госстрой СССР, 1985. – 72 с.;
- ФЕР 81-02-24-2001. Федеральные единичные расценки на строительные и специальные строительные работы. Сборник 24. Теплоснабжение и газопроводы – наружные сети. – М.: Минстрой России, 2001. – 96 с.;


посёлок Петровское

Источник теплоты



Схема системы отопления

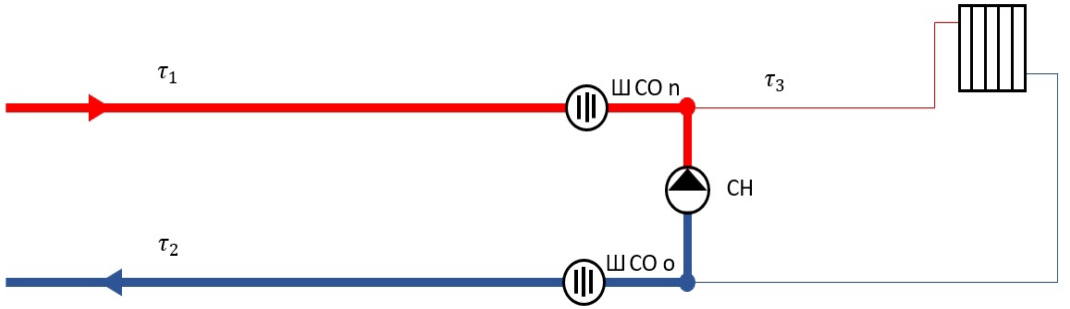
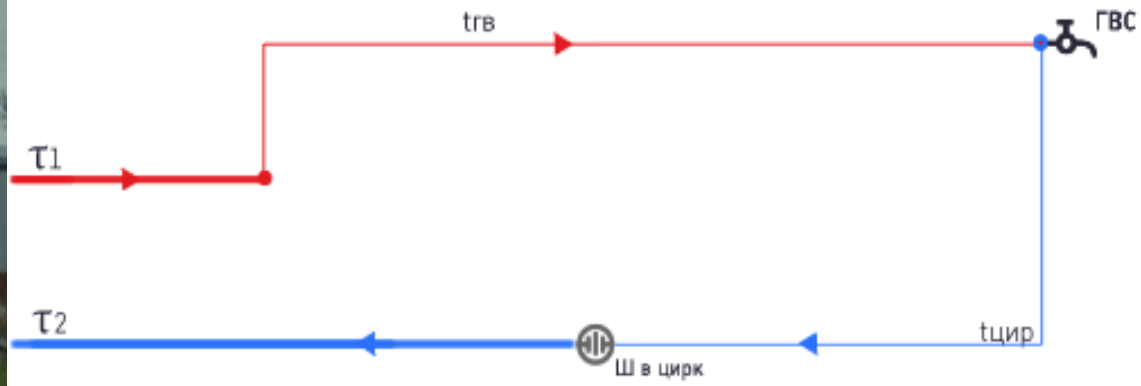


Схема системы ГВС



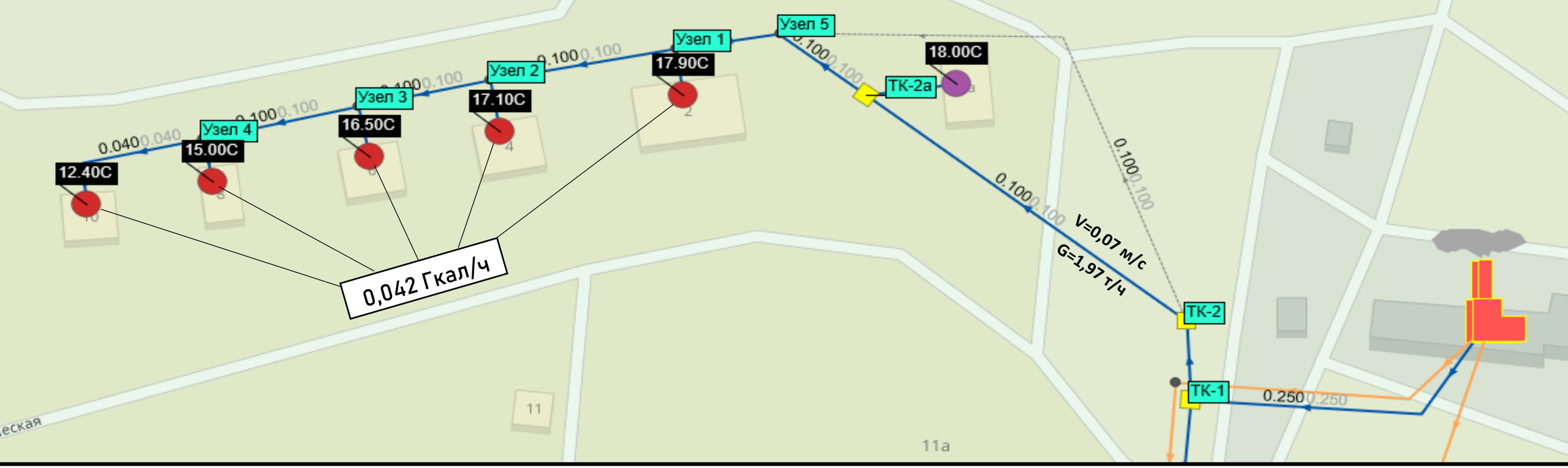
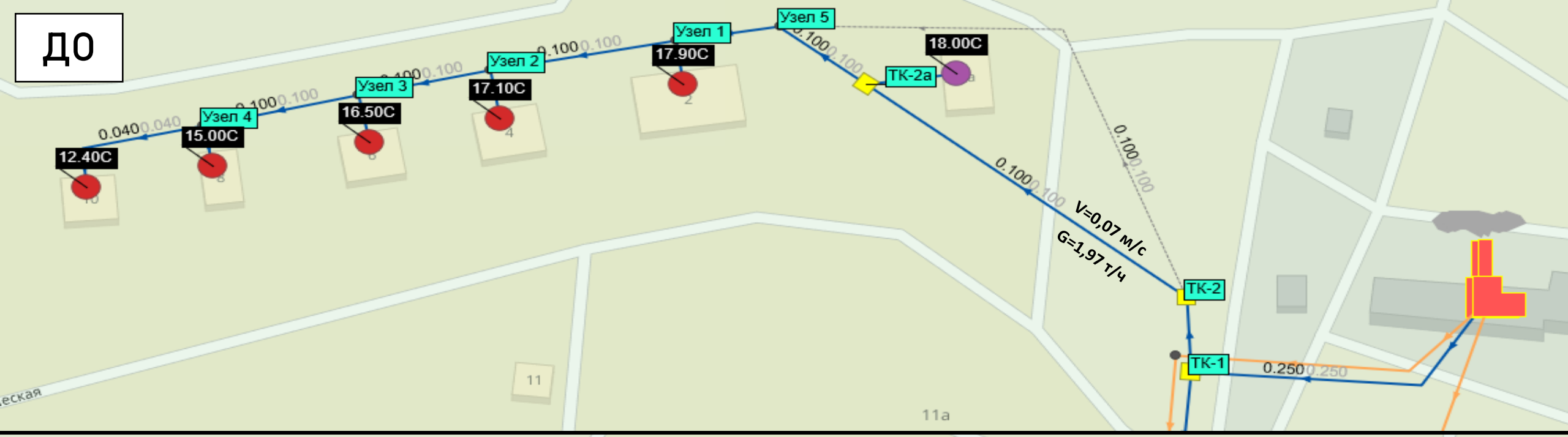
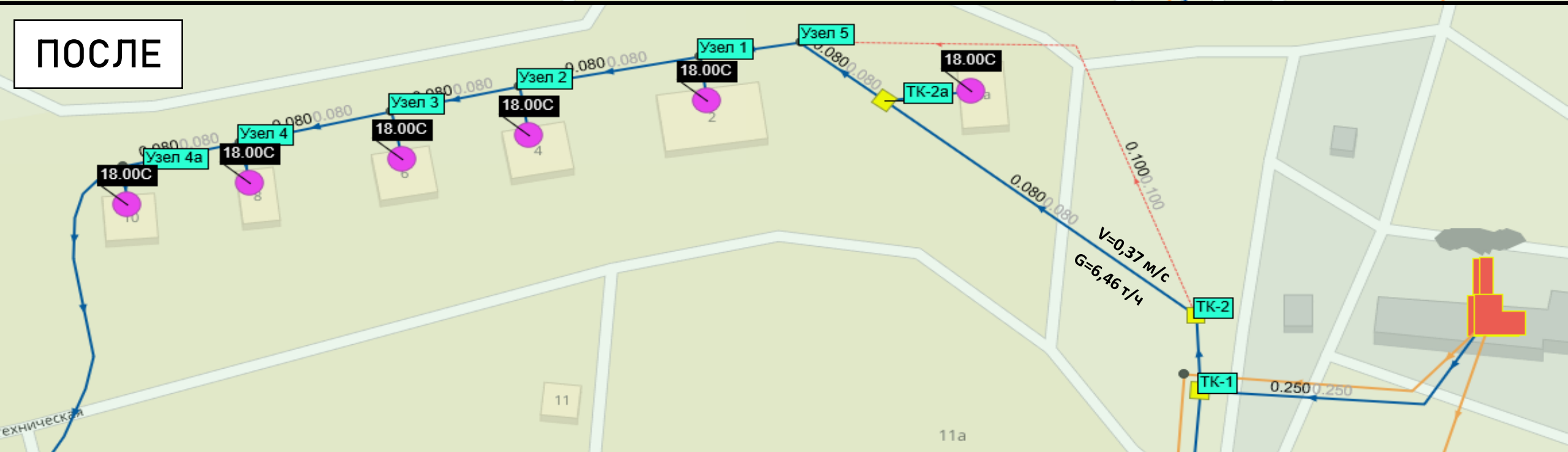


Таблица 1. Падение температур сетевой воды вследствие тепловых потерь

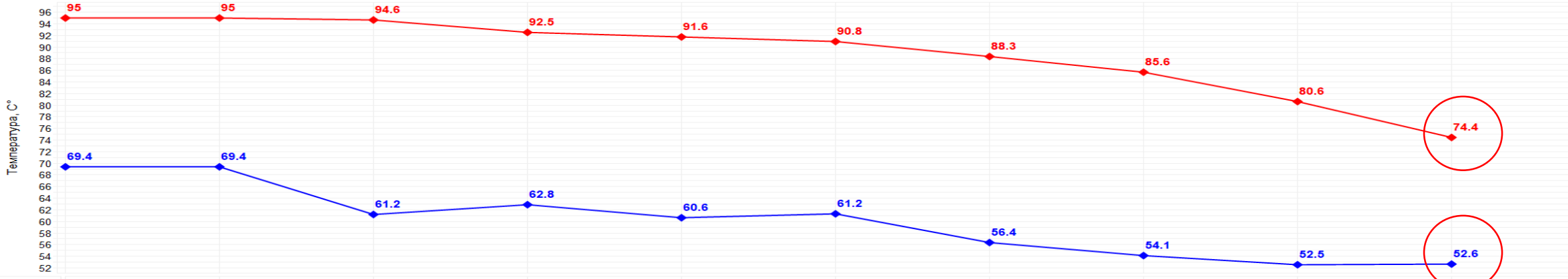
Адрес абонента	Температура сетевой воды на входе в потребитель τ_1, ℃	Температура сетевой воды на выходе из системы отопления τ_2, ℃
ул. Зоотехническая, д. 2	90,3	69,5
ул. Зоотехническая, д. 4	86,8	66,4
ул. Зоотехническая, д. 6	83,8	63,7
ул. Зоотехническая, д. 8	78,6	59,2
ул. Зоотехническая, д. 10	74,4	52,6


Узел 5
Узел 1
Узел 2
Узел 3
Узел 4
Узел 4а
ТК-2а
0.100
ТК-2
ТК-1
0.250
Баня
Зоотехническая ул.
Зоотехническая ул.
Зоотехническая ул.
Зоотехническая ул.
0.050
ТК-3
0.250
Узел 7
ТК-5
0.250
ТК-4
Узел 6
Детский сад № 14
0.070
ТК-6


ДО
Узел 5
Узел 1
Узел 2
Узел 3
Узел 4
17.90C
17.10C
16.50C
15.00C
12.40C
18.00C
ТК-2а
0.100
0.040
V=0,07 м/с
G=1,97 т/ч
ТК-2
ТК-1
0.250
11
11а

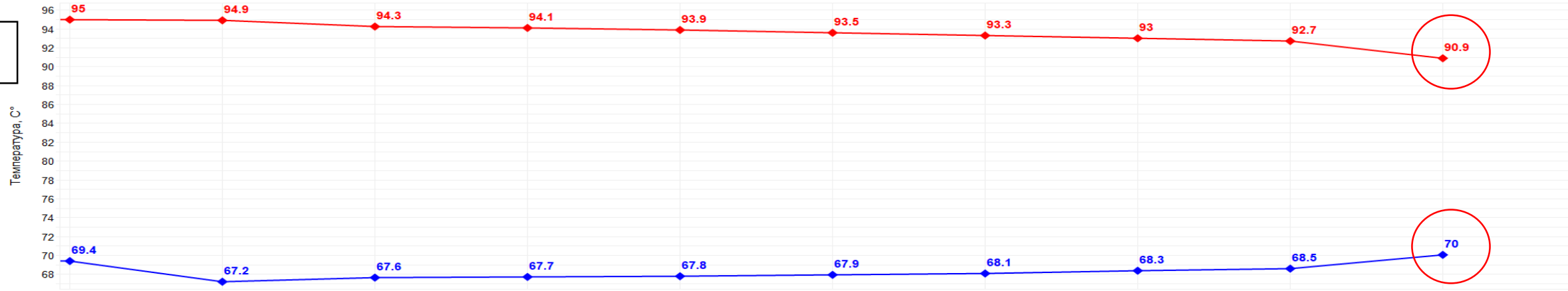

ПОСЛЕ
Узел 5
Узел 1
Узел 2
Узел 3
Узел 4
Узел 4а
18.00C
18.00C
18.00C
18.00C
18.00C
18.00C
ТК-2а
0.080
0.100
V=0,37 м/с
G=6,46 т/ч
ТК-2
ТК-1
0.250
11
11а

ДО

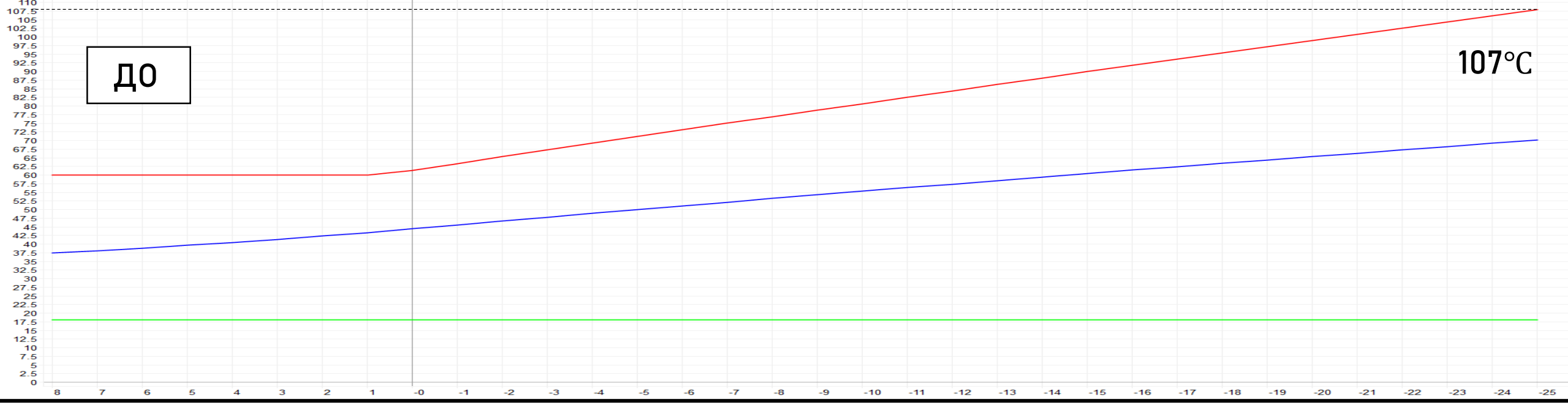


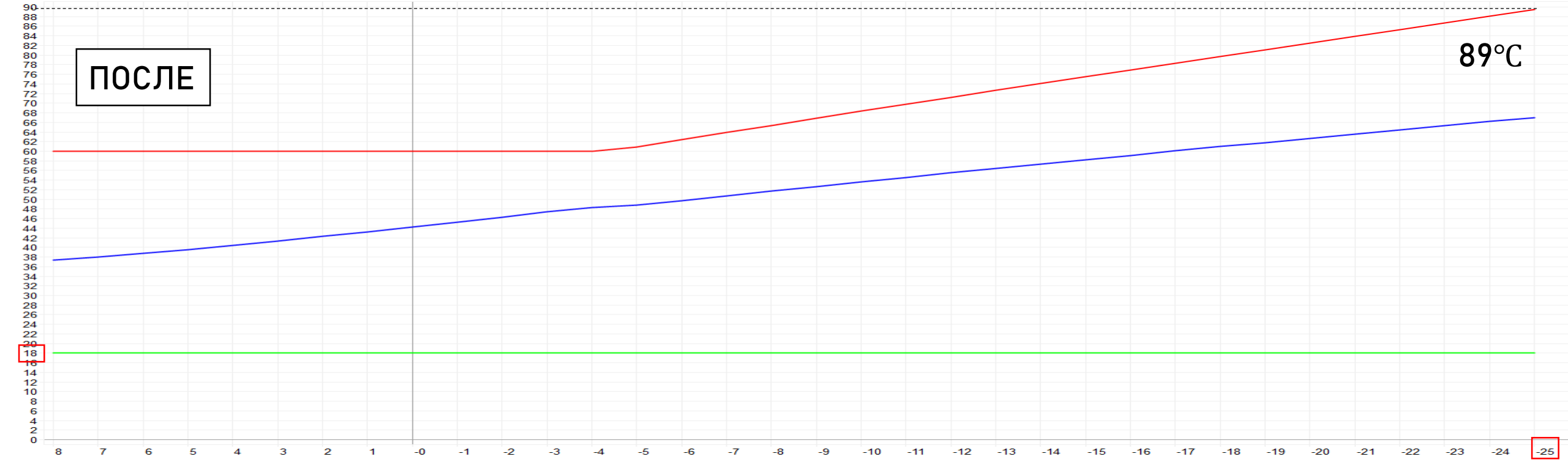
Наименование узла	Котельная п. Петровское	ТК-1	ТК-2	ТК-2а	Узел 5	Узел 1	Узел 2	Узел 3	Узел 4	Зоотехническая, 10
Длина участка, м	71.79	18.48	85.9	23.08	22.24	39.91	28.49	33.67	35.73	
Диаметр участка, м	0.25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.04	
Температура в начале участка под.тр-да,°С	95	94.97	94.61	92.46	91.64	90.85	88.27	85.6	80.56	
Температура в начале участка обр.тр-да,°С	69.39	61.2	62.83	60.61	61.21	56.37	54.06	52.54	52.59	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	139.3	2	2	1.4	1.4	0.7	0.5	0.3	0.2	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-138.9	-2	-2	-1.4	-1.4	-0.7	-0.5	-0.3	-0.2	
Тепловые потери в под.тр-де, ккал/ч	4721.81	707.45	4234.98	1117.42	1069.24	1905.86	1330.19	1534.92	993.09	
Тепловые потери в обр.тр-де, ккал/ч	2023.4	287	3191.2	835.7	810.9	1373.6	952.7	1104.3	736.9	

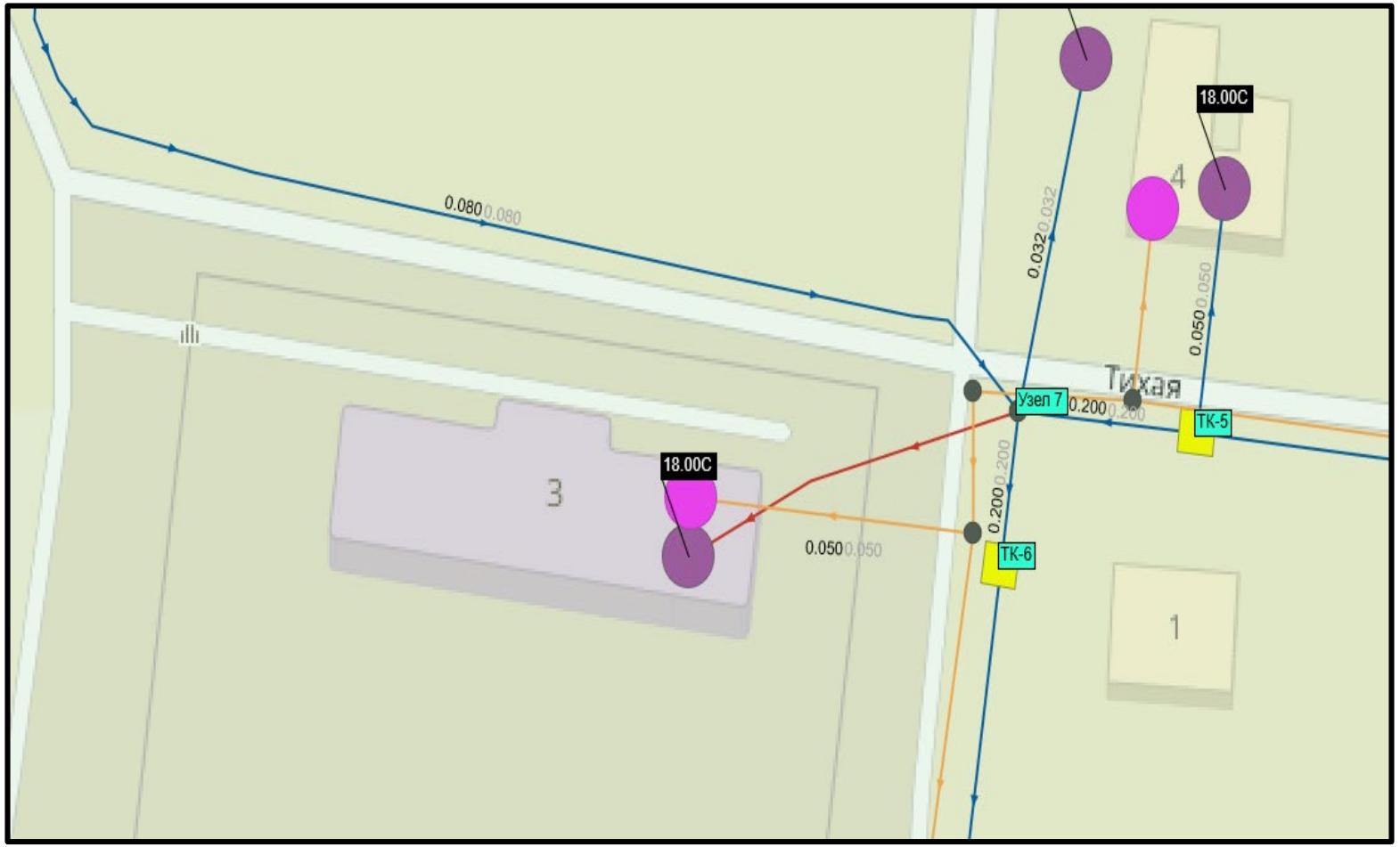
ПОСЛЕ



Наименование узла	ТК-1	ТК-2	ТК-2а	Узел 5	Узел 1	Узел 2	Узел 3	Узел 4	Узел 4а	Зоотехническая, 10
Длина участка, м	18.48	85.9	23.08	22.24	39.91	28.49	33.67	26.1	9.63	
Диаметр участка, м	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.05	
Температура в начале участка под.тр-да,°С	94.97	94.86	94.25	94.07	93.9	93.55	93.3	92.98	92.73	
Температура в начале участка обр.тр-да,°С	67.15	67.64	67.66	67.8	67.9	68.09	68.34	68.54	70	
Расход в подающем трубопроводе, т/ч	6.5	6.5	5.9	5.9	5.3	5.1	4.9	4.8	0.2	
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-6.4	-6.4	-5.9	-5.9	-5.3	-5.1	-4.9	-4.8	-0.2	
Тепловые потери в под.тр-де, ккал/ч	655.15	3973	1062	1021.8	1830.97	1303.27	1536.91	1188.21	351.36	
Тепловые потери в обр.тр-де, ккал/ч	276.6	3154.4	847.7	818.1	1469.7	1051.2	1245.8	967.8	290.4	


ДО
107°C


ПОСЛЕ
89°C



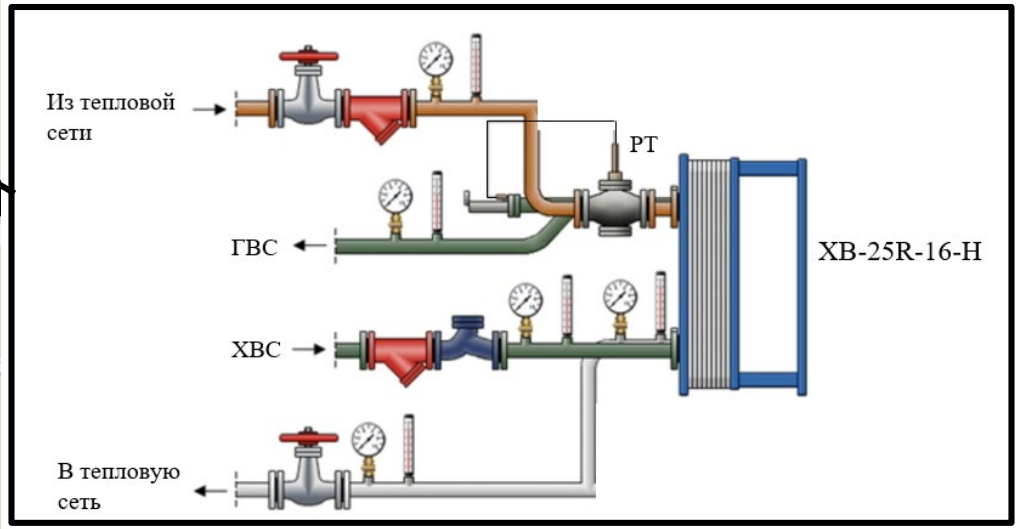
ДО

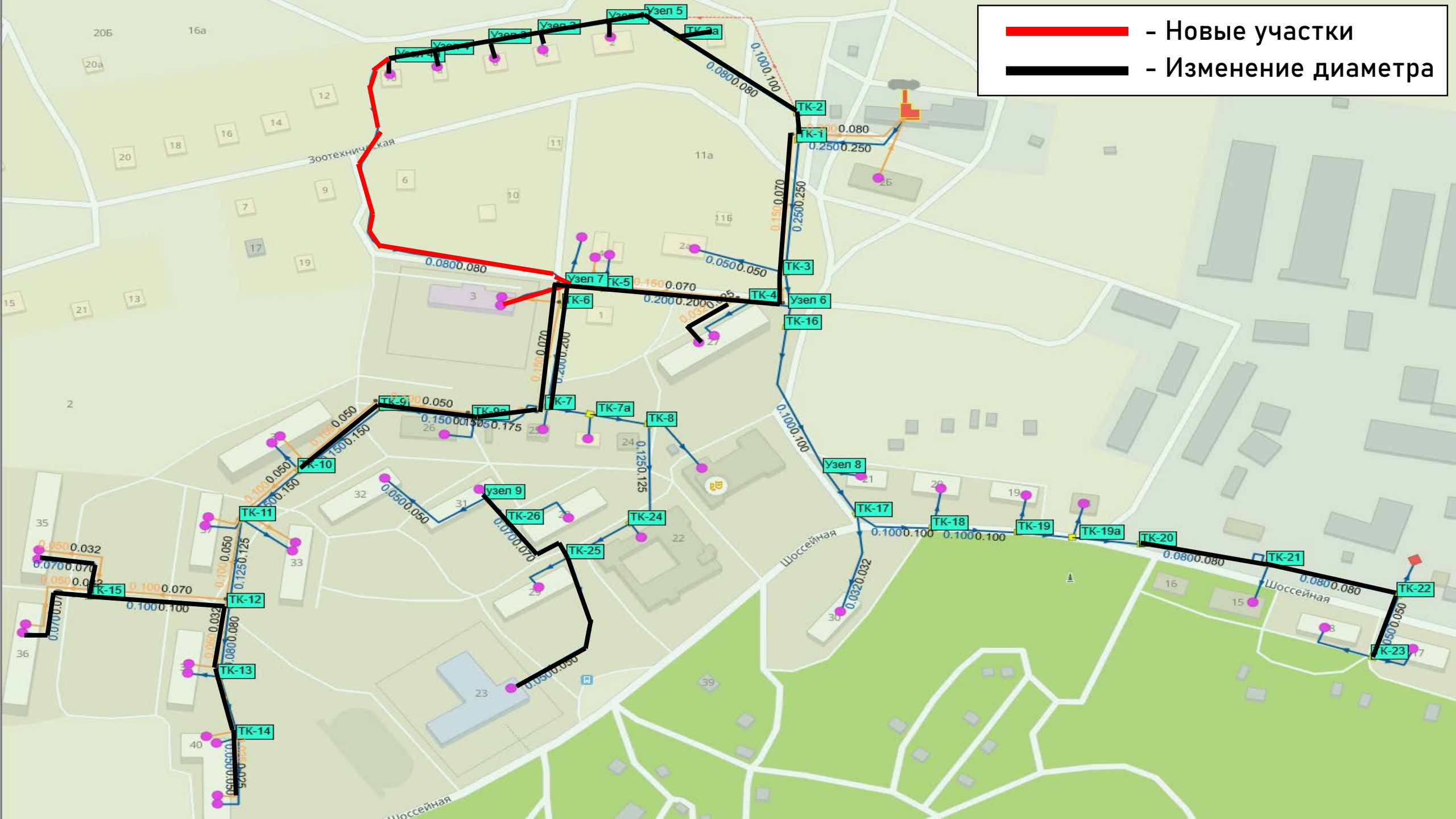
Минимально допустимая температура, °С	18
Вероятность безотказной работы	0.383428
Коэффициент готовности	0.999132
Средний суммарный недоотпуск теплоты, Гкал/от.период	2.6969

ПОСЛЕ

Минимально допустимая температура, °С	18
Вероятность безотказной работы	0.98523
Коэффициент готовности	0.999968
Средний суммарный недоотпуск теплоты, Гкал/от.период	0.109

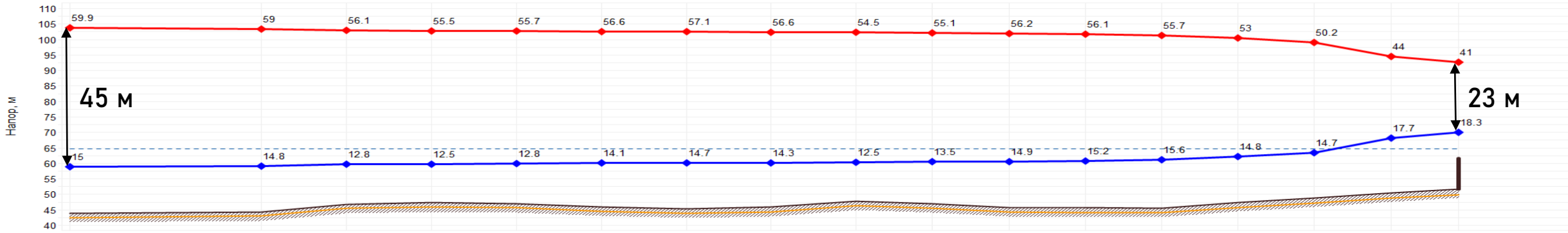
Детский сад




- Новые участки
- Изменение диаметра
Узел 5
ТК-2а
ТК-2
ТК-1
ТК-3
ТК-4
Узел 6
ТК-16
Узел 7
ТК-5
ТК-6
ТК-7
ТК-7а
ТК-8
ТК-9
ТК-9а
ТК-10
ТК-11
ТК-12
ТК-13
ТК-14
ТК-15
узел 9
ТК-26
ТК-24
ТК-25
Узел 8
ТК-17
ТК-18
ТК-19
ТК-19а
ТК-20
ТК-21
ТК-22
ТК-23
Зоотехническая
Шоссейная
Шоссейная
Шоссейная

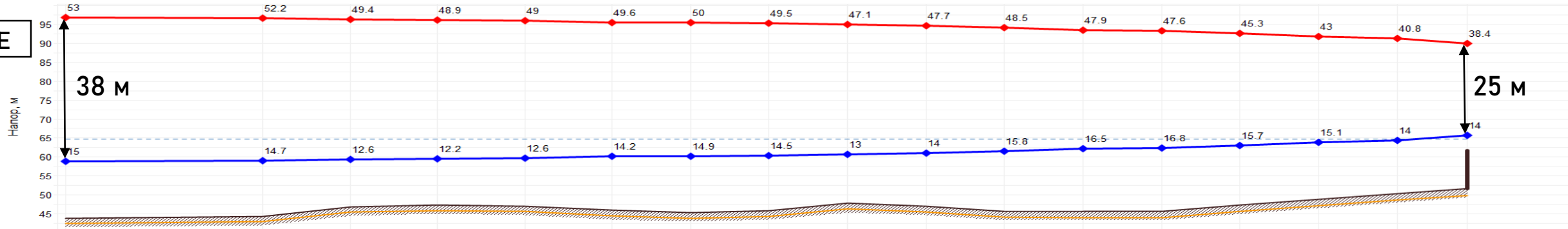

Источник теплоты
Ул. Шоссейная, д.40а
ТК-1
ТК-2
ТК-3
ТК-4
ТК-5
ТК-6
ТК-7
ТК-7а
ТК-8
ТК-9
ТК-9а
ТК-10
ТК-11
ТК-12
ТК-13
ТК-14
ТК-16
ТК-17
ТК-18
ТК-24
ТК-25
ТК-26
Узел 6
Узел 7
Узел 8
Узел 9
Шоссейная
18.00С
0.250
0.200
0.150
0.125
0.100
0.080
0.070
0.050
0.032

ДО



Наименование узла	Котельная п. Петровское	ТК-1	ТК-3	Узел 6	ТК-4	ТК-5	Узел 7	ТК-6	ТК-7	ТК-9а	ТК-9	ТК-10	ТК-11	ТК-12	ТК-13	ТК-14	Шоссейная, 40а
Геодезическая высота, м	43.78	44.3	46.77	47.24	47	45.86	45.34	45.77	47.72	46.95	45.65	45.56	45.55	47.29	48.75	50.35	51.59
Располагаемый напор, м	44.9	44.179	43.279	43.05	42.909	42.456	42.344	42.266	41.931	41.642	41.328	40.954	40.075	38.21	35.509	26.301	22.66
Длина участка, м	71.8	92.3	23.6	22.3	84.3	20.9	14.8	71	48	53.4	63.4	47.4	60.8	49.2	43.8	58	
Диаметр участка, м	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.2	0.2	0.2	0.15	0.125	0.08	0.05	0.05	
Потери напора в ПТ, м	0.361	0.451	0.115	0.071	0.227	0.056	0.039	0.168	0.145	0.158	0.187	0.441	0.935	1.353	4.613	1.822	
Потери напора в ОТ, м	0.359	0.449	0.114	0.071	0.226	0.055	0.039	0.167	0.144	0.157	0.186	0.439	0.93	1.348	4.595	1.815	
Скорость воды в ПТ, м/с	0.809	0.797	0.795	0.643	0.591	0.588	0.587	0.554	0.54	0.534	0.534	0.783	0.847	0.832	1.241	0.677	
Скорость воды в ОТ, м/с	-0.806	-0.795	-0.793	-0.641	-0.589	-0.587	-0.585	-0.552	-0.539	-0.532	-0.532	-0.782	-0.846	-0.83	-1.239	-0.675	
Уд. линейные потери в ПТ, мм/м	4.195	4.077	4.053	2.654	2.246	2.224	2.212	1.972	2.518	2.458	2.457	7.749	12.817	22.901	87.802	26.182	
Уд. линейные потери в ОТ, мм/м	4.169	4.053	4.031	2.639	2.233	2.212	2.2	1.961	2.505	2.446	2.446	7.715	12.762	22.811	87.466	26.083	
Расход в ПТ, т/ч	139.3	137.33	136.93	110.74	101.83	101.34	101.06	95.39	59.56	58.84	58.83	48.6	36.5	14.68	8.55	4.66	

ПОСЛЕ



Наименование узла	Котельная п. Петровское	ТК-1	ТК-3	Узел 6	ТК-4	ТК-5	Узел 7	ТК-6	ТК-7	ТК-9а	ТК-9	ТК-10	ТК-11	ТК-12	ТК-13	ТК-14	Шоссейная, 40а
Геодезическая высота, м	43.78	44.3	46.77	47.24	47	45.86	45.34	45.77	47.72	46.95	45.65	45.56	45.55	47.29	48.75	50.35	51.59
Располагаемый напор, м	38	37.465	36.84	36.681	36.367	35.371	35.127	34.959	34.152	33.721	32.668	31.418	30.778	29.567	27.871	26.823	24.35
Длина участка, м	71.8	92.3	23.6	22.3	84.3	20.9	14.8	71	48	53.4	63.4	47.4	60.8	49.2	43.8	58	
Диаметр участка, м	0.25	0.25	0.25	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.175	0.15	0.15	0.15	0.125	0.08	0.07	0.05	
Потери напора в ПТ, м	0.268	0.314	0.08	0.157	0.499	0.123	0.084	0.404	0.216	0.528	0.626	0.32	0.607	0.85	0.525	1.241	
Потери напора в ОТ, м	0.267	0.312	0.079	0.156	0.497	0.122	0.084	0.403	0.215	0.525	0.624	0.319	0.604	0.847	0.523	1.236	
Скорость воды в ПТ, м/с	0.811	0.774	0.772	0.968	0.887	0.883	0.87	0.87	0.709	0.954	0.954	0.788	0.852	0.838	0.638	0.682	
Скорость воды в ОТ, м/с	-0.809	-0.772	-0.77	-0.966	-0.885	-0.881	-0.868	-0.868	-0.708	-0.952	-0.952	-0.786	-0.85	-0.836	-0.636	-0.681	
Уд. линейные потери в ПТ, мм/м	3.112	2.833	2.816	5.868	4.936	4.887	4.746	4.746	3.754	8.232	8.232	5.631	8.322	14.385	9.987	17.832	
Уд. линейные потери в ОТ, мм/м	3.095	2.818	2.802	5.838	4.91	4.863	4.724	4.724	3.736	8.195	8.196	5.607	8.287	14.328	9.948	17.765	
Расход в ПТ, т/ч	139.81	133.34	132.95	106.77	97.86	97.38	95.95	95.95	59.9	59.17	59.16	48.87	36.7	14.78	8.61	4.7	

ЭКОНОМИКА ПРОЕКТА

- Единоразовая экономия от замены труб, руб

$$Э^{E}_{экон} = \boldsymbol{K}_{до} - \boldsymbol{K}_{после} = 21080130{,}0 - 18690036{,}0 = 2390094{,}0 \text{ руб.}$$

- Годовой экономический эффект от снижения тепловых потерь в труб-дах с 0,415 Гкал/час до 0,223 Гкал/час, руб

$$Э_{год} = 2643125{,}6 \text{ руб.}$$

- Индекс прибыльности

ИП=1,04

- Срок окупаемости с учетом дисконтирования, лет

$$T_{ок} = 11 \text{ лет}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Удалось улучшить качество теплоснабжения поселка;
- Получилось повысить надежность теплоснабжения потребителя I категории;
- Обновление ветхих тепловых сетей;
- Предложено подключение здание детского сада к нагрузке ГВС по закрытой схеме для защиты детей.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!