

СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ БЕЛОВСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДО 2043 ГОДА



**Обосновывающие материалы
к схеме теплоснабжения:**

Глава 3 Электронная модель систем теплоснабжения Беловского городского округа

Состав документов

№ п/п	Наименование документа
1.	Схема теплоснабжения Беловского городского округа до 2043 года. Утверждаемая часть
2.	Глава 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения
3.	Глава 1. Приложение 1. Материальная характеристика тепловых сетей систем теплоснабжения Беловского городского округа
4.	Глава 2. Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения
5.	Глава 2. Приложение 1. Существующая застройка
6.	Глава 3. Электронная модель систем теплоснабжения Беловского городского округа
7.	Глава 4. Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей
8.	Глава 5. Мастер-план развития систем теплоснабжения Беловского городского округа
9.	Глава 6. Существующие и перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах
10.	Глава 7. Предложения по строительству, реконструкции, техническому перевооружению и (или) модернизации источников тепловой энергии
11.	Глава 8. Предложения по строительству, реконструкции и (или) модернизации тепловых сетей
12.	Глава 9. Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения), отдельных участков таких систем на закрытые системы горячего водоснабжения
13.	Глава 9. Приложение 1. Оценка потребности в инвестициях при переходе с открытой системы теплоснабжения (горячего водоснабжения) на закрытую систему горячего водоснабжения и источники финансирования
14.	Глава 10. Перспективные топливные балансы
15.	Глава 11. Оценка надежности теплоснабжения
16.	Глава 11. Приложение 1. Существующие и перспективные показатели готовности к исправной работе и вероятности безотказной работы
17.	Глава 11. Приложение 2. Сценарии развития аварий в системах теплоснабжения на основе результатов моделирования аварийных ситуаций, включая моделирование отказов элементов, расчета послеаварийных гидравлических режимов и оценки надежности теплоснабжения в аварийных режимах теплоснабжения
18.	Глава 12. Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию, техническое перевооружение и (или) модернизацию
19.	Глава 13. Индикаторы развития систем теплоснабжения Беловского городского округа
20.	Глава 14. Ценовые (тарифные) последствия
21.	Глава 15. Реестр единых теплоснабжающих организаций
22.	Глава 16. Реестр мероприятий схемы теплоснабжения
23.	Глава 17. Замечания и предложения к проекту схемы теплоснабжения
24.	Глава 18. Сводный том изменений, выполненных в доработанной и актуализированной схеме теплоснабжения
25.	Глава 19. Оценка экологической безопасности теплоснабжения

Оглавление

Состав документов	2
Оглавление.....	3
Перечень таблиц.....	5
Перечень рисунков.....	6
Общие положения.....	10
1. Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения, муниципального округа, городского округа, города федерального значения и с полным топологическим описанием связности объектов	11
1.1. Описание топологической связности объектов системы теплоснабжения	14
2. Паспортизация объектов системы теплоснабжения	15
3. Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное	24
4. Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть	25
5. Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии.....	28
6. Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку.....	29
7. Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя	31
8. Расчет показателей надежности теплоснабжения	32
9. Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения.....	33
9.1. Групповые изменения характеристик нагрузок абонентов тепловой сети по заданным критериям	34
9.2. Групповые изменения характеристик участков тепловой сети по заданным критериям	35
10. Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей.....	37
11. Описание изменения гидравлических режимов за период, предшествующий разработке схемы теплоснабжения.....	38
12. Структура и состав электронной модели систем теплоснабжения	40

12.1. Структура электронной модели систем теплоснабжения	40
12.2. Состав электронной модели систем теплоснабжения	40
13. Отладка и калибровка электронной модели	50
14. Результаты расчетов гидравлических режимов работы системы теплоснабжения	57

Перечень таблиц

Таблица 13.1 – Перечень потребителей тепловой энергии, подключенных к существующим тепловым сетям за 2025 г.....	53
Таблица 13.2 – Перечень потребителей тепловой энергии, планируемых к подключению в следующую пятилетку.....	54
Таблица 13.3 – Результаты калибровки электронной модели системы теплоснабжения на актуализируемый период.....	56

Перечень рисунков

Рисунок 1.1 - Геоинформационная система Zulu	13
Рисунок 2.1 - Простая сеть из одного источника, тепловой камеры и двух потребителей во внешнем и внутреннем представлениях.....	15
Рисунок 2.2 - Режимы участка тепловой сети.....	15
Рисунок 2.3 - Цепочка из участков в однолинейном изображении и соответствующая ей внутренняя кодировка	16
Рисунок 2.4 - Примеры ввода участка	16
Рисунок 2.5 - Примеры ввода потребителей	17
Рисунок 2.6 - Примеры ввода ЦТП	18
Рисунок 2.7 - Источник во внешнем и внутреннем представлениях.....	18
Рисунок 2.8 - Перемычка во внешнем и внутреннем представлениях	19
Рисунок 2.9 - Соединение между подающим трубопроводом одного участка и обратным трубопроводом другого участка во внешнем и внутреннем представлениях.....	19
Рисунок 2.10 - Насосная станция во внешнем и внутреннем представлениях	20
Рисунок 2.11 - Влияние направления участков на результаты расчёта	20
Рисунок 2.12 - Моделирование QH характеристики насоса	21
Рисунок 2.13 - Дросселирующие устройства во внешнем и внутреннем представлениях.....	22
Рисунок 2.14 - Дроссельная шайба	22
Рисунок 2.15 - Регулятор давления	23
Рисунок 4.1 - Расчёт системы теплоснабжения.....	25
Рисунок 5.1 - Моделирование сетей.....	28
Рисунок 7.1 - Моделирование сетей.....	31
Рисунок 9.1 - Генератор пространственно-семантических запросов	34
Рисунок 10.1 - Пример пьезометрического графика	37
Рисунок 12.1 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа «Кадастровое деление» и «Реки и водоёмы, здания и сооружения» (общий вид).....	41
Рисунок 12.2 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)	42
Рисунок 12.3 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника	

тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)	43
Рисунок 12.4 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)	44
Рисунок 12.5 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)	45
Рисунок 12.6 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)	46
Рисунок 12.7 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)	47
Рисунок 12.8 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)	48
Рисунок 12.9 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)	49
Рисунок 14.1 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 1) - ул. Тобольская, 13а	58
Рисунок 14.2 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 1) - ул. Тобольская, 13а	59
Рисунок 14.3 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 2) - «МАУ ФОРЦ»	63
Рисунок 14.4 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 2) - «МАУ ФОРЦ»	64

Рисунок 14.5 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 3) - ул. Железнодорожная, 53/1.....	67
Рисунок 14.6 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 3) - ул. Железнодорожная, 53/1	68
Рисунок 14.7 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной № 1 по направлению Котельная № 1 - ул. Глинки,3.....	72
Рисунок 14.8 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной № 1 по направлению Котельная № 1 - ул. Глинки,3.....	73
Рисунок 14.9 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной № 5 по направлению Котельная № 5 - ул. Клубная, 18.....	74
Рисунок 14.10 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной № 5 по направлению Котельная № 5 - ул. Клубная, 18.....	75
Рисунок 14.11 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной № 6 по направлению Котельная № 6 - ул. Тимирязева, 32.....	76
Рисунок 14.12 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной № 6 по направлению Котельная № 6 - ул. Тимирязева, 32.....	77
Рисунок 14.13 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной № 8 по направлению Котельная № 8 – Больница №3.....	78
Рисунок 14.14 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной № 8 по направлению Котельная № 8 – Больница № 3.....	79
Рисунок 14.15 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной № 11 по направлению Котельная № 11 – ул. Киевская, 53	80
Рисунок 14.16 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной № 11 по направлению Котельная № 11 – ул. Киевская, 53	81
Рисунок 14.17 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной мкр. «Ивушка» по направлению Котельная мкр. «Ивушка» - Д/сад № 31 Лесная, 1в.....	82

Рисунок 14.18 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной мкр. «Ивушка» по направлению Котельная мкр. «Ивушка» - Д/сад № 31 Лесная, 1в.....	83
Рисунок 14.19 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной пос. Финский по направлению Котельная пос. Финский – Финский мкр-рп, 14.....	84
Рисунок 14.20 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной пос. Финский по направлению Котельная пос. Финский – Финский мкр-рп, 14.....	85
Рисунок 14.21 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной пос. 8 Марта по направлению Котельная пос. 8 Марта – Филиал библиотеки № 6 (ул.1 Боев.30).....	86
Рисунок 14.22 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной пос. 8 Марта по направлению Котельная пос. 8 Марта – Филиал библиотеки № 6 (ул.1 Боев.30).....	87
Рисунок 14.23 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от ПСХ-2 по направлению ПСХ-2 – мкр. Греческий, 59.....	88
Рисунок 14.24 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от ПСХ-2 по направлению ПСХ-2 – мкр. Греческий, 59.....	89
Рисунок 14.25 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной ООО «ТБК» по направлению Котельная ООО «ТБК» - ул. Ворошилова, 20.....	92
Рисунок 14.26 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной ООО «ТБК» по направлению Котельная ООО «ТБК» - ул. Ворошилова, 20.....	93

Общие положения

Разработка электронной модели системы теплоснабжения производится в соответствии и в объеме Требований к схемам теплоснабжения, утвержденных постановлением Правительства РФ от 22 февраля 2012 г. № 154 (далее – Требования).

В соответствии с пп.в) п.23 Требований Глава 3 «Электронная модель системы теплоснабжения поселения, муниципального округа, городского округа, города федерального значения» является неотъемлемой частью обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения.

1. Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения, муниципального округа, городского округа, города федерального значения и с полным топологическим описанием связности объектов

Под электронной моделью системы теплоснабжения понимается математическая модель этой системы, привязанная к топографической основе города (поселения), предназначенная для имитационного моделирования всех процессов, протекающих в ней.

Электронная модель системы теплоснабжения города (поселения) создана на базе программно-расчетного комплекса «Zulu».

Основными модулями программно-расчетного комплекса Zulu, необходимыми и достаточными для дальнейшей эксплуатации электронной модели системы теплоснабжения города (поселения), являются:

- Геоинформационная система (ГИС) Zulu — предназначена для разработки ГИС приложений, требующих визуализации пространственных данных в векторном и растровом виде, анализа их топологии и их связи с семантическими базами данных;
- ZuluThermo — пакет гидравлических расчетов систем теплоснабжения: наладка сетей, расчет режимов (поверочные расчеты), конструкторский расчет кольцевых сетей, расчет температур на источнике, пьезометрические графики, коммутационные задачи;
- ZuluSteam — гидравлических расчетов систем пароснабжения: наладка сетей, расчет режимов (поверочные расчеты), построение графиков падения давления, температуры, энтальпии и влажности пара, коммутационные задачи;
- ZuluServer — сервер ГИС Zulu (при необходимости создания нескольких рабочих мест и работы через сеть «Интернет»).

Геоинформационная система ZuluGIS и программно-расчетный комплекс ZuluThermo позволяют решать весь набор задач, рассматриваемых в настоящей главе, а именно:

- Автоматически создавать электронную модель системы теплоснабжения при нанесении ее на карту города (поселения) с графическим представлением объектов, согласно нормативным документам, с привязкой к топографической основе, выполненной в местной или географической системе координат, с полным топологическим описанием связности объектов.
- Проводить паспортизацию системы теплоснабжения и расчетных единиц территориального деления, включая административное.

- Выполнять гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть.
- Моделировать все виды переключений, осуществляемые в тепловых сетях, в том числе переключения тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии.
- Выполнять расчет балансов по сетевой воде и тепловой энергии по каждому источнику тепловой энергии.
- Осуществлять расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя.
- Проводить групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения.
- Строить пьезометрические графики и производить их сравнение для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей.
- Строить зоны влияния источников на сеть.
- Выполнять реконструкцию тепловых сетей, связанную с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки или с переводом системы на пониженные параметры теплоносителя.
- Рассчитывать температурный график отпуска тепловой энергии для каждого источника тепловой энергии.
- Проводить расчет показателей надежности теплоснабжения.
- Производить расчет отдельных элементов системы теплоснабжения, например, источников тепловой энергии с целью:
 - Проведения паспортизации установленного оборудования.
 - Выполнения плановых расчетов по отпуску тепловой энергии.
 - Определения потребности в топливе основном и резервном.
 - Выполнения расчетов по отпуску тепловой энергии за фактически отработанное время.
 - Определения вредных выбросов в окружающую среду.
 - Определения тарифов на производство и передачу тепловой энергии.

Геоинформационная система Zulu, представленная на рисунке 1.1, предназначена для разработки ГИС приложений, требующих визуализации пространственных данных в векторном и растровом виде, анализа их топологии и их связи с семантическими базами данных.

Графические данные в Zulu организованы в виде слоев. Система работает со слоями следующих типов:

- векторные слои — могут содержать объекты разных графических типов: точка (символ), линия, полилиния, поли-полилиния, полигон, поли-полигон, текстовый объект; для организации данных можно создавать классификаторы, группирующие векторные данные по типам и режимам;
- растровые слои — привязка раstra к местности производится по точкам либо вручную, либо в окне карты; возможен импорт привязанных объектов из Tab (MapInfo) и Map (OziExplorer);
- слои рельефа — исходными данными для построения служат слои с изолиниями и высотными отметками, по которым строится триангуляция (триангуляция Делоне, с ограничениями, с учетом изолиний);
- слои WMS — позволяют получать и отображать на карте пространственные данные с web-серверов, поддерживающих спецификации WMS (Web Map Service), разработанные Open Geospatial Consortium (OGC);
- слои Tile-серверов — позволяют использовать картографические данные с таких Tile-серверов, как Google maps, OpenStreetMaps, Wikimapia, Яндекс карты, Nokia maps, Космоснимки и другие.

Каждый тип данных внутри слоя может иметь собственную семантическую базу данных.

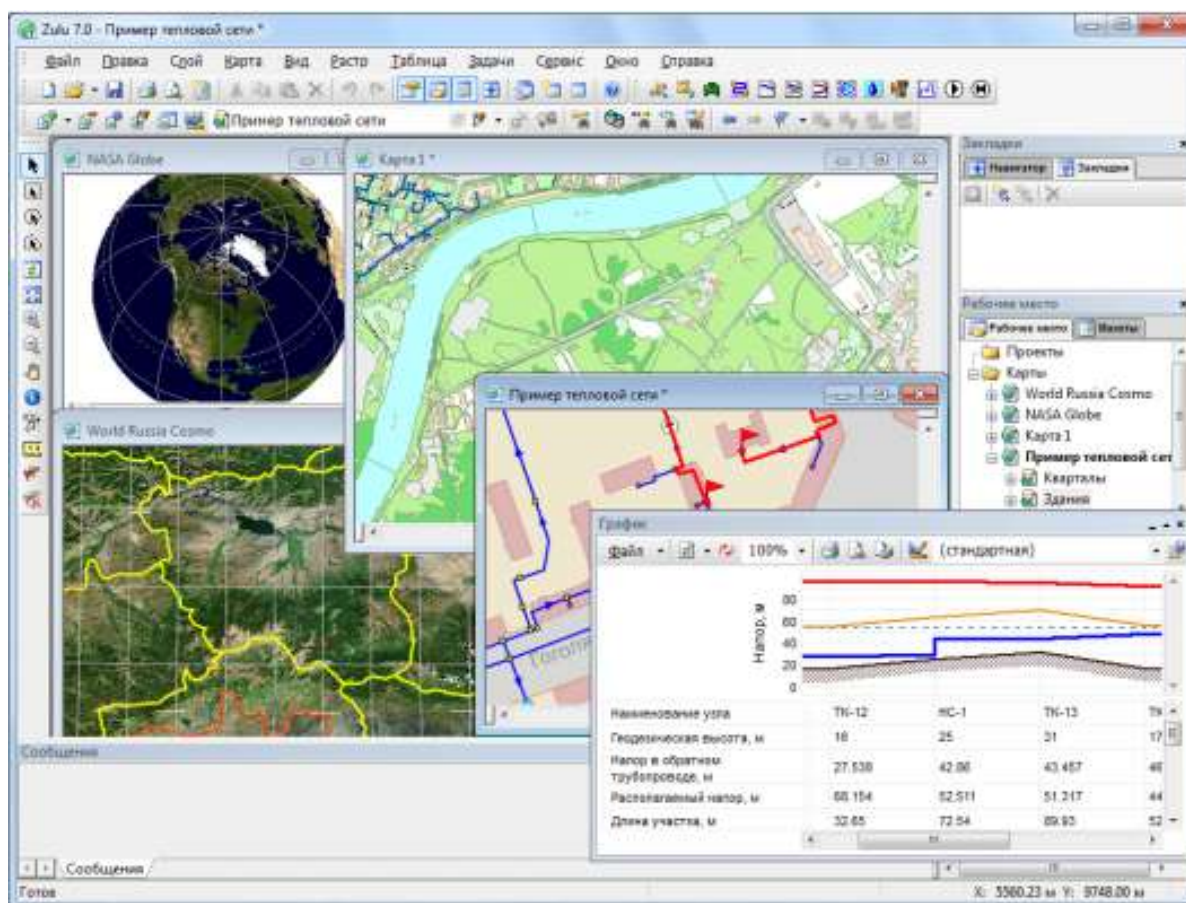


Рисунок 1.1 - Геоинформационная система Zulu

Семантическая информация может храниться как в локальных таблицах (Paradox, dBase), так и в базах данных Microsoft Access, Microsoft SQL Server, Oracle, MySQL, Sybase и других источников ODBC или ADO. Для удобства доступа к семантическим данным Zulu предлагает свои «источники данных», которые подобно источникам данных ODBC DSN или связям с данными OLEDB UDL можно использовать при добавлении таблиц в базу данных или выборе таблиц для других операций.

Источники данных могут использоваться как локально в однопользовательской версии Zulu, так и на сервере ZuluServer. В случае сервера они могут быть опубликованы и использоваться пользователями ZuluServer.

1.1. Описание топологической связности объектов системы теплоснабжения

Тепловую сеть можно изображать на карте, с привязкой к местности (по координатам, с привязкой к окружающим объектам), что позволит в дальнейшем не только проводить теплогидравлические расчеты, но и решать другие инженерные задачи, зная точное местонахождение тепловых сетей.

Тепловая сеть может быть изображена схематично, при этом неважно, будут ли координаты узлов (объектов тепловой сети) и углы поворотов (точки перелома участков) введены по координатам с геодезической точностью или обрисованы по подложке. Важно, чтобы нужные объекты тепловой сети (узлы) были соединены участками (дугами). Схематичное изображение модели тепловой сети позволяет быстро провести теплогидравлические расчеты, но не даёт возможности определить местонахождение своих сетей.

Степень детализации в обоих случаях: при изображении тепловой сети на карте с привязкой к местности и при схематичном изображении может быть различна. Например, на Упрощенном изображении сети изображены две эквивалентные схемы тепловой сети. Однако на Детальном изображении сети детальное изображение - с прорисовкой П-образных компенсаторов и запорных устройств в тепловых камерах.

Геометрические длины участков на Упрощенном изображении сети и Детальном изображении сети различны, но для инженерных расчетов значения длины задаются в базе данных по участкам. Наличие компенсаторов и запорных устройств, влияет на гидравлические потери в тепловой сети. Все местные сопротивления должны быть занесены в базу данных, для адекватного моделирования гидравлических потерь.

В связи с этим точность и детальность отображения сети на карте на результаты расчетов не влияют.

Для проверки правильности создания математической модели тепловой сети необходимо произвести проверку связности всех объектов сети между собой. Проверку можно производить как для полностью нанесенной сети, так и для ее частей.

2. Паспортизация объектов системы теплоснабжения

Математическая модель сети для проведения теплогидравлических расчетов представляет собой график, где дугами, соединяющими узлы, являются участки трубопроводов.

Несмотря на то, что на участке может быть и подающий, и обратный трубопровод, пользователь изображает участок сети в одну линию. Это внешнее представление сети.

Перед началом расчета внешнее представление сети, в зависимости от типов и режимов элементов, составляющих сеть, преобразуется (кодируется) во внутреннее представление, по которому и проводится расчет.

Пример простой сети, состоящей из одного источника, тепловой камеры и двух потребителей, во внешнем и внутреннем представлении представлен на рисунке 2.1.

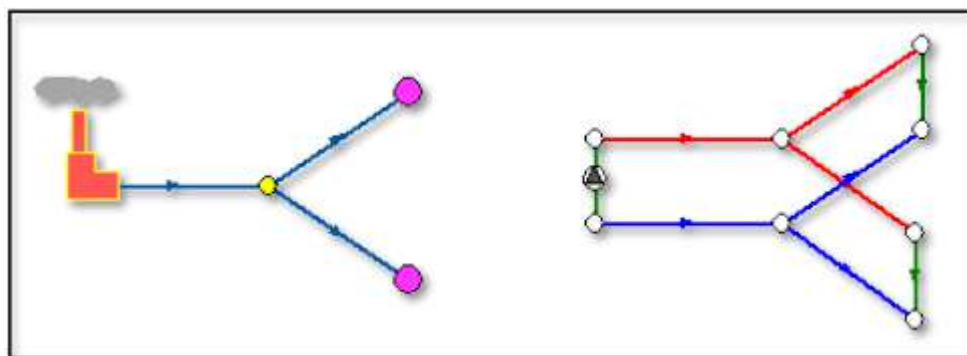


Рисунок 2.1 - Простая сеть из одного источника, тепловой камеры и двух потребителей во внешнем и внутреннем представлениях

На рисунке 2.1 красным цветом условно обозначены участки подающего трубопровода, синим – обратного, зеленым – участки, соединяющие подающий и обратный трубопроводы. Источник изображен участком со стрелкой в кружке. Так будут изображаться участки, на которых действует устройство, повышающее давление (например, насос).

Участки

Участок изображается одной линией, но может означать несколько состояний, задаваемых разными режимами (рисунок 2.2).

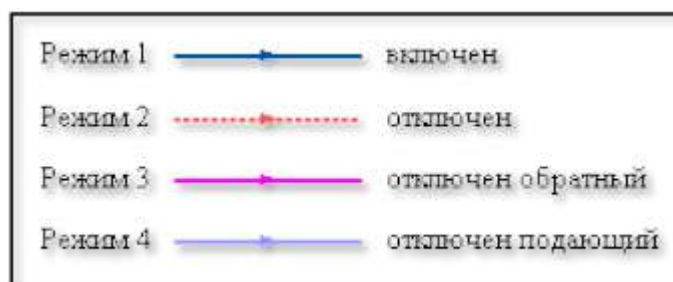


Рисунок 2.2 - Режимы участка тепловой сети

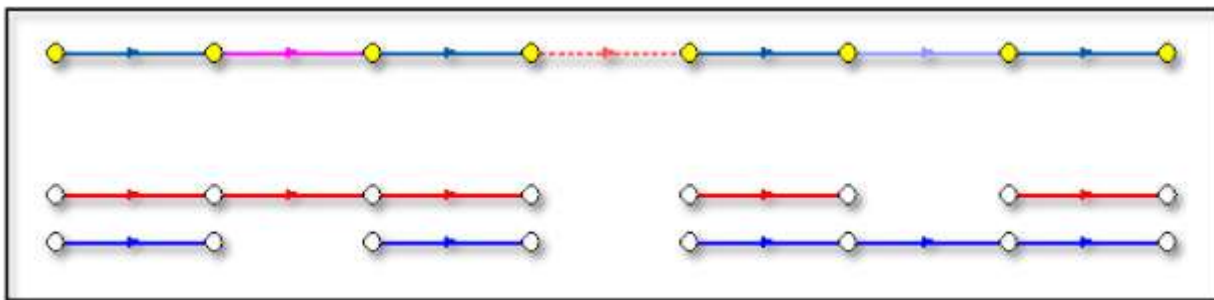


Рисунок 2.3 - Цепочка из участков в однолинейном изображении и соответствующая ей внутренняя кодировка

Из рисунка 2.3 видно, что цепочка участков во внутреннем представлении дважды разорвана по подающему и по обратному трубопроводам.

Сопротивление подающего и обратного трубопровода каждого участка зависит от длины участка, диаметра, зарастания, шероховатости, суммы коэффициентов местных сопротивлений трубопровода. Падение давления на участке пропорционально сопротивлению и квадрату расхода.

Куда потечет вода, в общем случае можно узнать только определив потокораспределение в результате гидравлического расчета. Стрелка при изображении участка формально указывает направление от начала к концу участка, заданное при его вводе (при рисовании). С точки зрения результатов расчета, если значение расхода на участке положительно, то вода в этом участке течет по стрелке, если значение расхода на участке отрицательно, то вода течет против стрелки.

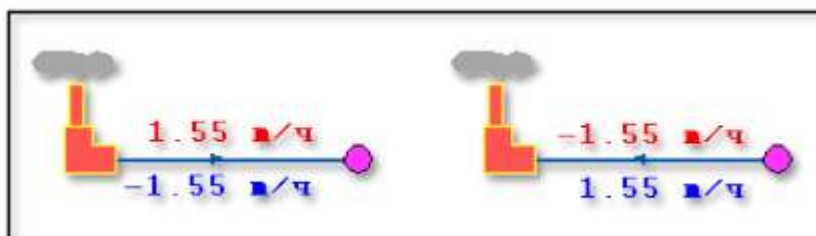


Рисунок 2.4 - Примеры ввода участка

На рисунке 2.4 изображены две одинаковые схемы. В первой участок вводился слева направо, во второй – справа налево. На участках подписаны полученные при расчете расходы по подающим и обратным трубопроводам. Соответствующие значения расходов на обеих схемах отличаются только знаком, так как отличаются направления ввода участков, но и в первом и во втором случаях вода течет от источника к потребителю по подающему трубопроводу и от потребителя к источнику по обратному.

Простой узел

Простым узлом в модели считается любой узел, чьи свойства специально не оговорены. Простой узел служит только для соединения участков. Такими узлами для модели являются тепловые камеры, ответвления, смены диаметров, смена типа прокладки или типа изоляции и т. п.

Во внутренней кодировке такие узлы превращаются в два узла, один в подающем трубопроводе, другой в обратном. В каждом узле можно задать слив воды из подающего и/или из обратного трубопроводов.

Потребитель

Потребитель тепловой энергии характеризуется расчетными нагрузками на систему отопления, систему вентиляции и систему горячего водоснабжения и расчетными температурами на входе, выходе потребителя, и расчетной температурой внутреннего воздуха.

В однолинейном представлении потребитель – это узловый элемент, который может быть связан только с одним участком.

Внутренняя кодировка потребителя существенно зависит от его схемы присоединения к тепловой сети. Схемы могут быть элеваторные, с насосным смешением, с независимым присоединением, с открытым или закрытым отбором воды на ГВС, с регуляторами температуры, отопления, расхода и т. п. На данный момент в распоряжении пользователя 28 схем присоединения потребителей.

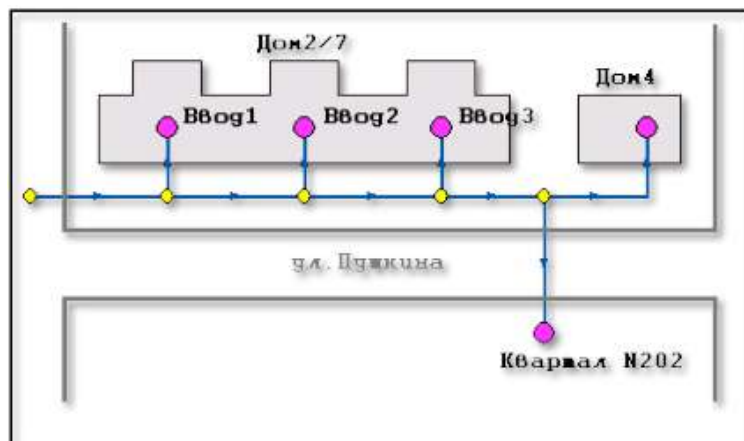


Рисунок 2.5 - Примеры ввода потребителей

Если в здании несколько узлов ввода, то объектом «потребитель» можно описать каждый ввод. В тоже время как один потребитель можно описать целый квартал или завод, задав для такого потребителя обобщенные тепловые нагрузки. Пример вариантов ввода потребителей представлен на рисунке 2.5.

Центральный тепловой пункт (ЦТП)

ЦТП – это узел дополнительного регулирования и распределения тепловой энергии. Наличие такого узла подразумевает, что за ним находится тупиковая сеть с индивидуальными потребителями. В ЦТП может входить только один участок и только один участок может выходить. Причем входящий участок идет со стороны магистрали, а выходящий участок ведет к конечным потребителям. Пример ввода ЦТП представлен на рисунке 2.6.

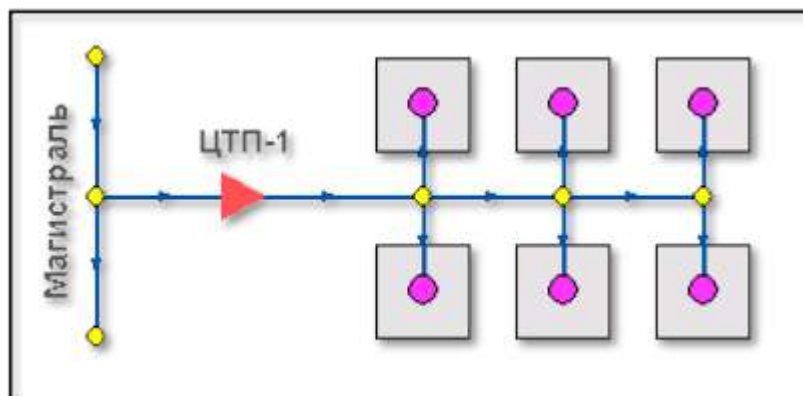


Рисунок 2.6 - Примеры ввода ЦТП

Внутренняя кодировка ЦТП зависит от его схемы присоединения к тепловой сети. Это может быть групповой элеватор, групповой насос смешения, независимое подключение группы потребителей, бойлеры на ГВС и т. п.

На данный момент в распоряжении пользователя 16 схем присоединения ЦТП.

Источник

Если в сети один источник, то он поддерживает заданное давление в обратном трубопроводе на входе в источник, заданный располагаемый напор на выходе из источника и заданную температуру теплоносителя.

Разница между суммарным расходом в подающих трубопроводах и суммарным расходом в обратных трубопроводах на источнике определяет величину подпитки. Она же равна сумме всех утечек теплоносителя из сети (заданные отборы из узлов, утечки, расход на открытую систему ГВС). Графическое представление источника изображено на рисунке 2.7.

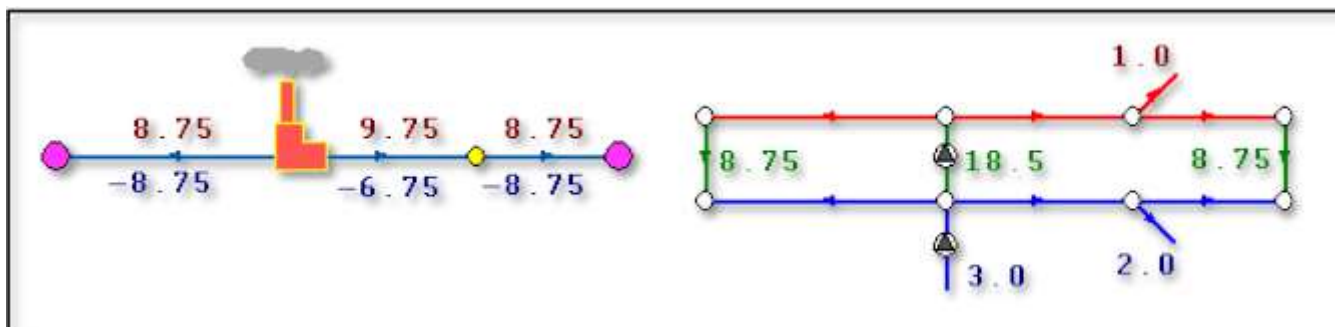


Рисунок 2.7 - Источник во внешнем и внутреннем представлениях

Если на одну сеть работает несколько источников, то в общем случае только на одном из источников с подпиткой можно одновременно поддерживать и давление в обратном трубопроводе и располагаемый напор на выходе. У остальных источников с подпиткой можно поддерживать только давление в обратном трубопроводе.

При работе нескольких источников на одну сеть некоторые источники могут не иметь подпитки. На таких источниках давление в обратном трубопроводе не фиксируется и поддерживаться может только располагаемый напор.

Следует отметить, что при работе нескольких источников не при любых исходных данных может существовать решение. Один источник может задавить другой, заданные давления и напоры могут оказаться недостижимы. Это зависит от величины подпитки, от конфигурации сети, от сопротивлений трубопроводов и т.д. В каждом конкретном случае это может показать только расчет.

Перемычка

Перемычка позволяет смоделировать участок, соединяющий подающий и обратный трубопроводы. В этот узел может входить и/или выходить любое количество участков. Графическое представление перемычки изображено на рисунке 2.8.

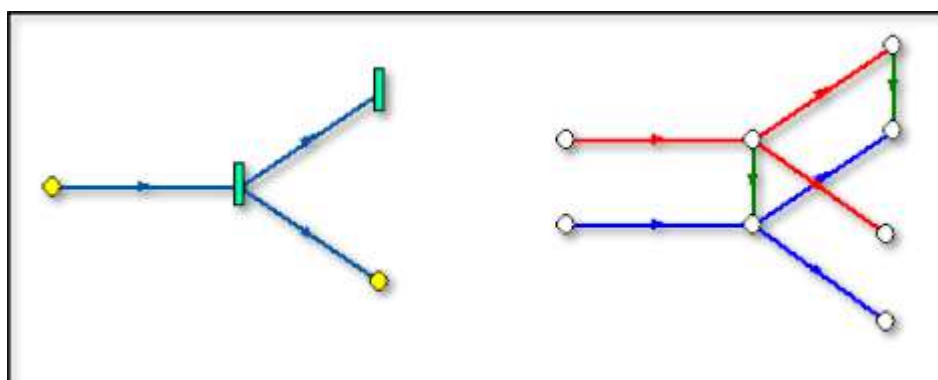


Рисунок 2.8 - Перемычка во внешнем и внутреннем представлениях

Так как перемычка в однолинейном изображении представлена узлом, то для моделирования соединения между подающим трубопроводом одного участка и обратным трубопроводом другого участка одного элемента «перемычка» недостаточно. Понадобятся еще два участка: один только подающий, другой – только обратный. Соединение между подающим трубопроводом одного участка и обратным трубопроводом другого участка во внешнем и внутреннем представлениях показано на рисунке 2.9.

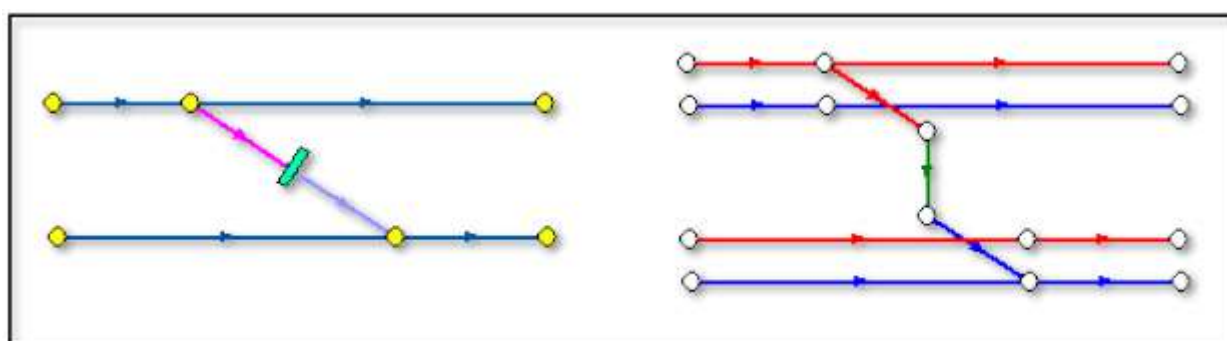


Рисунок 2.9 - Соединение между подающим трубопроводом одного участка и обратным трубопроводом другого участка во внешнем и внутреннем представлениях

В текущей версии расчетов сопротивление перемычки задается теми же параметрами, что и сопротивление обычного участка.

Насосная станция

Хотя насосная станция в однолинейном изображении представляется одним узлом, в зависимости от табличных параметров этого узла насос может быть установлен на подающем или обратном трубопроводах, либо на обоих трубопроводах одновременно. Для задания направления действия насоса в этот узел только один участок обязательно должен входить и только один участок должен выходить. Графическое представление насосной станции во внешнем и внутреннем представлениях показано на рисунке 2.10.

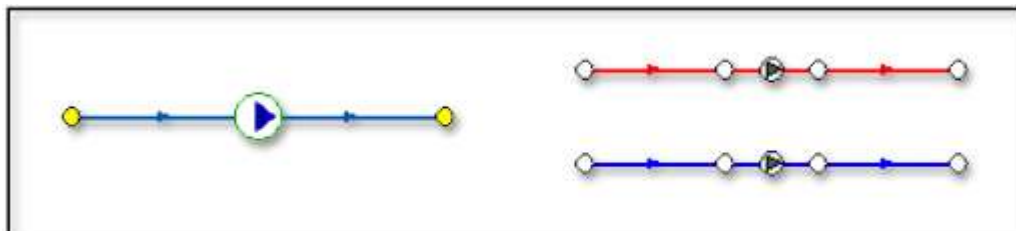


Рисунок 2.10 - Насосная станция во внешнем и внутреннем представлениях

Насос можно моделировать двумя способами: либо как идеальное устройство, которое изменяет давление в трубопроводе на заданную величину, либо как устройство, работающее с учетом реальной напорно-расходной характеристики конкретного насоса.

В первом случае просто задается значение напора насоса на подающем и/или обратном трубопроводе. Если значение напора на одном из трубопроводов равно нулю, то насос на этом трубопроводе отсутствует. Если значение напора отрицательно, то это означает, что насос работает навстречу входящему в него участку. Влияние направления участков на результаты расчета можно наблюдать на рисунке 2.11.

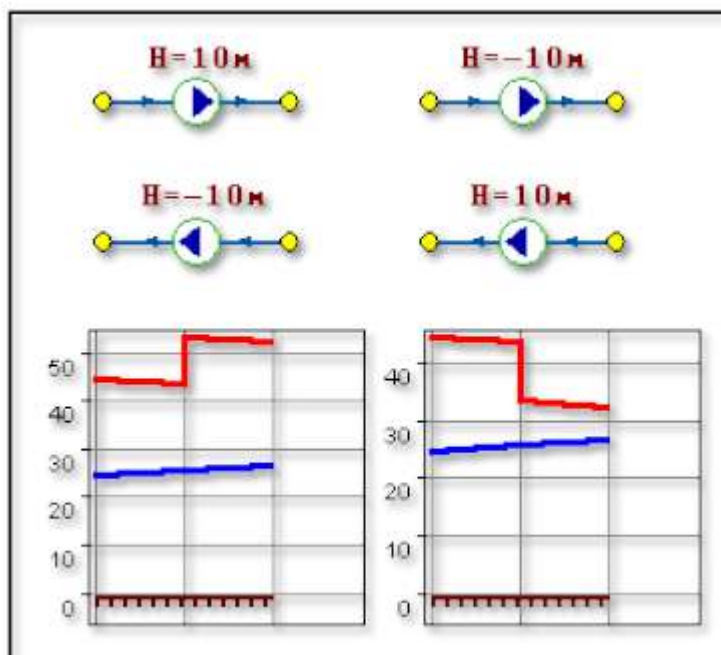


Рисунок 2.11 - Влияние направления участков на результаты расчёта

На рисунке 2.12 видно, как различные направления участков, входящих и выходящих из насоса в сочетании с разными знаками напора на насосе, влияют на результат расчета, отображенный на пьезометрических графиках.

Когда задается только значение напора на насосе, оно остается неизменным независимо от проходящего через насос расхода.

Если моделировать работу насоса с учетом его QH характеристики, то следует задать расходы и напоры на границах рабочей зоны насоса (рисунок 2.12).

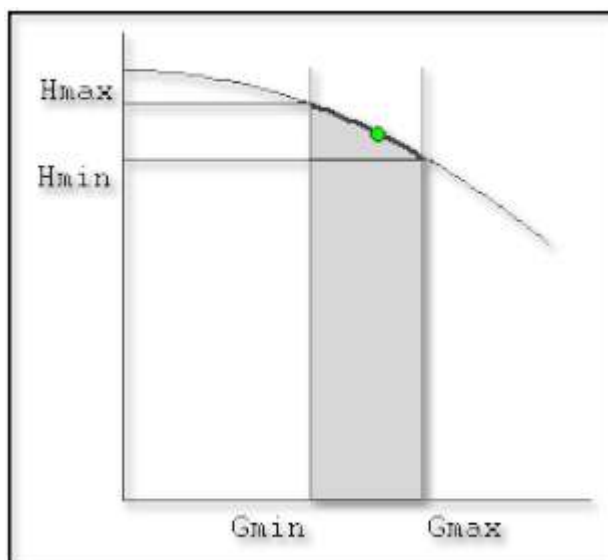


Рисунок 2.12 - Моделирование QH характеристики насоса

По заданным двум точкам определяется парабола с максимумом на оси давлений, по которой расчет и будет определять напор насоса в зависимости от расхода. Следует отметить, что характеристика, задаваемая таким образом, может отличаться от реальной характеристики насоса, но в пределах рабочей области обе характеристики практически совпадают.

Для описания нескольких параллельно работающих насосов достаточно задать их количество, и результирующая характеристика будет определена при расчете автоматически.

Так как напоры на границах рабочей области насоса берутся из справочника и всегда положительны, то направление действия такого насоса будет определяться только направлением входящего в узел участка.

Дросселирующие узлы

Дросселирующие устройства в однолинейном представлении являются узлами, но во внутренней кодировке – это дополнительные участки с постоянным или переменным сопротивлением. В дросселирующий узел обязательно должен входить только один участок, и только один участок из узла должен выходить. Дросселирующие устройства во внешнем и внутреннем представлениях изображены на рисунке 2.13.

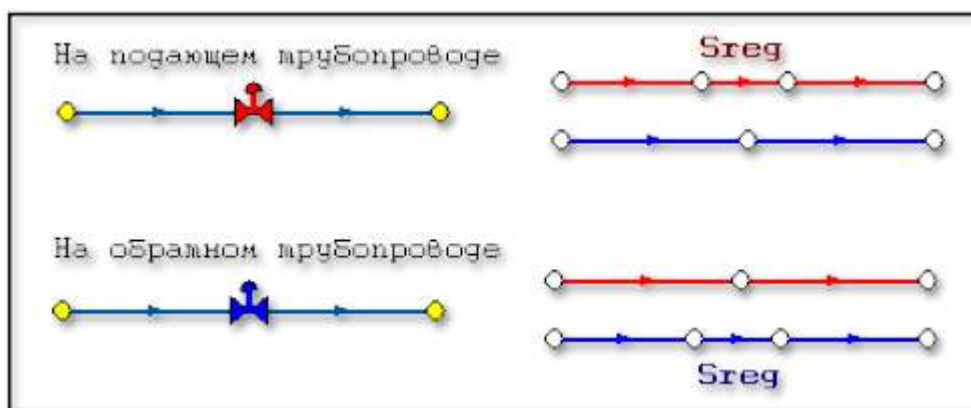


Рисунок 2.13 - Дросселирующие устройства во внешнем и внутреннем представлениях

Дроссельная шайба

С точки зрения модели дроссельная шайба – это фиксированное сопротивление, определяемое диаметром шайбы, которое можно устанавливать как на подающем, так и на обратном трубопроводах.

Так как это нерегулируемое сопротивление, то величина гасимого шайбой напора зависит от квадрата проходящего через шайбу расхода.

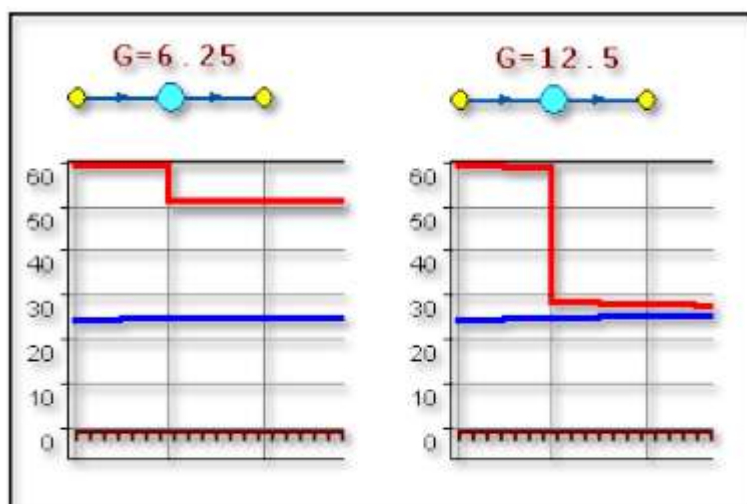


Рисунок 2.14 - Дроссельная шайба

На рисунке 2.14 видно, как меняются потери на шайбе, установленной на подающем трубопроводе, при увеличении расхода через нее в два раза.

Регулятор давления

Регулятор давления – это устройство с переменным сопротивлением, которое позволяет поддерживать заданное давление в трубопроводе в определенном диапазоне изменения расхода. Регулятор давления может устанавливаться как на подающем, так и на обратном трубопроводах.

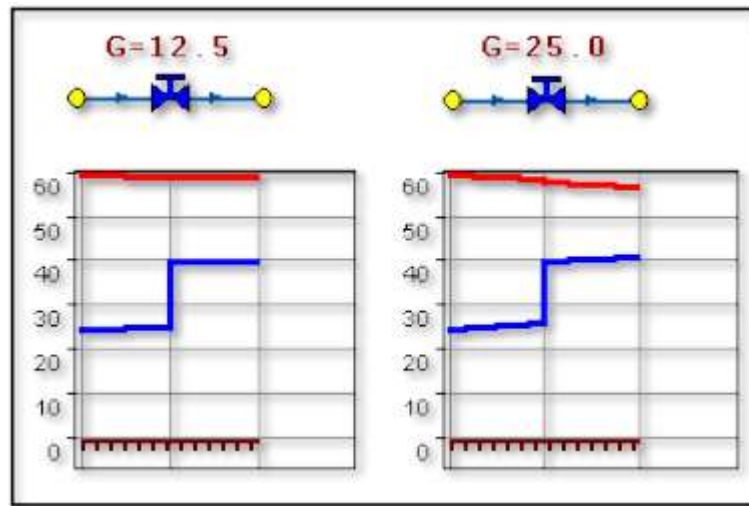


Рисунок 2.15 - Регулятор давления

На рисунке 2.15 показано, что при увеличении в два раза расхода через регулятор, установленный в обратном трубопроводе, давление в регулируемом узле остается постоянным.

Величина сопротивления регулятора может изменяться в пределах от бесконечности до сопротивления полностью открытого регулятора. Если условия работы сети заставляют регулятор полностью открыться, то он начинает работать как нерегулируемый дросселирующий узел.

Регулятор располагаемого напора

Работа регулятора располагаемого напора аналогична работе регулятора давления, только в этом случае регулятор старается держать постоянной заданную величину располагаемого напора.

Регулятор расхода

Регулятор расхода – это узел с переменным сопротивлением, которое позволяет поддерживать постоянным заданное значение проходящего через регулятор расхода. Регулятор можно устанавливать как на подающем, так и на обратном трубопроводах. К работе регулятора расхода можно отнести все сказанное про регуляторы давления.

3. Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное

Zulu может работать как в локальной системе координат (план-схема), так и в одной из географических проекций.

Система поддерживает более 180 датумов, в том числе ПЗ-90, СК-42, СК-95 по ГОСТ Р 51794-2001, WGS 84, WGS 72, Пулково 42, NAD27, NAD83, EUREF 89. Список поддерживаемых датумов будет расширяться.

Система предлагает набор предопределенных систем координат. Кроме того, пользователь может задать свою систему координат с индивидуальными параметрами для поддерживаемых системой проекций. В частности, эта возможность позволит при известных параметрах (ключах перехода) привязывать данные, хранящиеся в местной системе координат, к одной из глобальных систем координат.

Данные, хранящиеся в разных системах координат, можно отображать на одной карте, в одной из проекций. При этом пересчет координат (если он требуется) из одного датума в другой и из одной проекции в другую производится при отображении «на лету».

Данные можно перепроецировать из одной системы координат в другую.

Zulu также позволяет создавать модель рельефа местности. Исходными данными для построения модели рельефа служат слои с изолиниями и высотными отметками. По этим данным строится триангуляция (триангуляция Делоне, с ограничениями, с учетом изолиний), которая сохраняется в особом типе слоя (слой рельефа). Наличие модели рельефа позволяет решать следующие задачи:

- определение высоты местности в любой точке в границах триангуляции, вычисление площади поверхности заданной области, вычисление объема земляных работ по заданной области, построение изолиний с заданным шагом по высоте, построение зон затопления, построение раstra высот, построение продольного профиля (разреза) по произвольно заданному пути;
- различные способы отображения слоя рельефа: триангуляционная сетка, отмывка рельефа с заданным направлением, высотой и углом освещения, экспозиция склонов, отображение уклонов;
- автоматическое занесение данных по высотным отметкам во всех модулях инженерных расчетов (ZuluThermo, ZuluHydro, ZuluDrain, ZuluGaz, ZuluSteam).

4. Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени замкнутости, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть

Расчету подлежат тупиковые и кольцевые тепловые сети, в том числе с повысительными насосными станциями и дросселирующими устройствами, работающие от одного или нескольких источников.

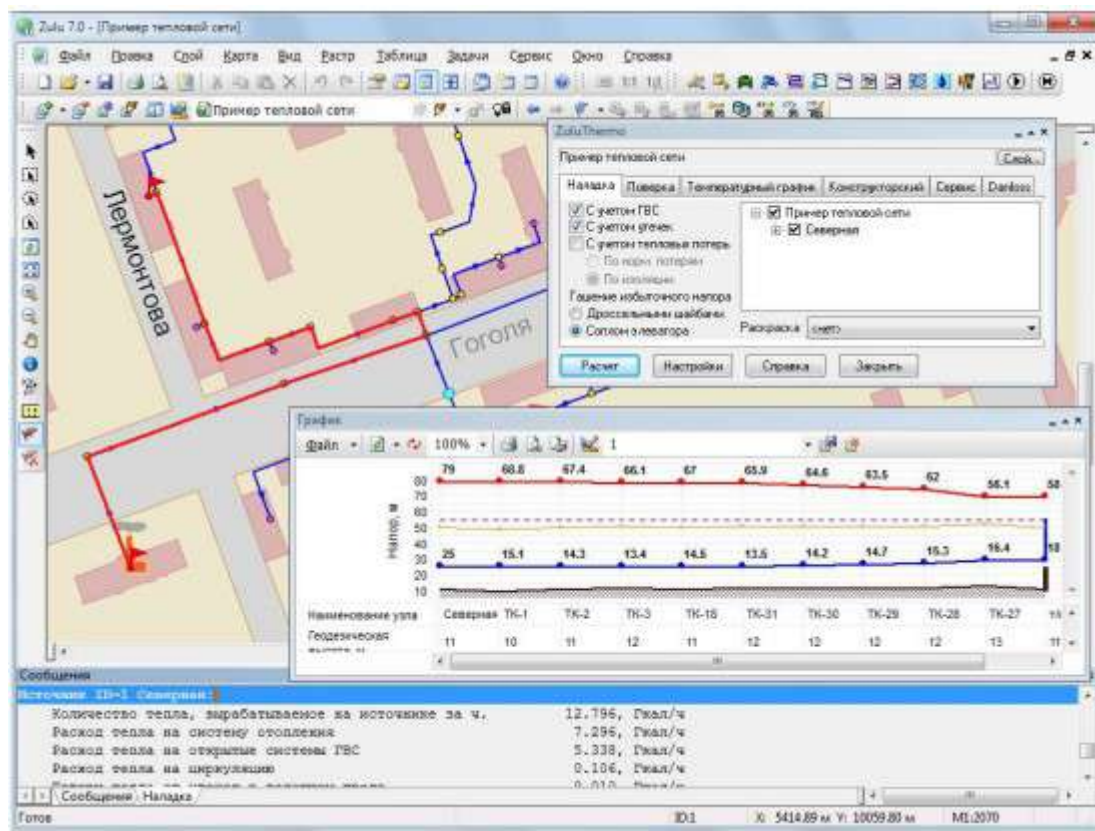


Рисунок 4.1 - Расчёт системы теплоснабжения

Программа предусматривает теплогидравлический расчет с присоединением к сети индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) и центральных тепловых пунктов (ЦТП) по нескольким десяткам схемных решений, применяемых на территории России.

Наладочный расчет тепловой сети

Целью наладочного расчета является обеспечение потребителей расчетным количеством воды и тепловой энергии. В результате расчета осуществляется подбор элеваторов и их сопел, производится расчет смесительных и дросселирующих устройств, определяется количество и место установки дроссельных шайб. Расчет может производиться при известном располагаемом напоре на источнике и его автоматическом подборе в случае, если заданного напора недостаточно.

В результате расчета определяются расходы и потери напора в трубопроводах, напоры в узлах сети, в том числе располагаемые напоры у потребителей, температура теплоносителя в узлах сети (при учете тепловых потерь), величина избыточного напора у потребителей, температура внутреннего воздуха.

Дросселирование избыточных напоров на абонентских вводах производят с помощью сопел элеваторов и дроссельных шайб. Дроссельные шайбы перед абонентскими вводами устанавливаются автоматически на подающем, обратном или обоих трубопроводах в зависимости от необходимого для системы гидравлического режима. При работе нескольких источников на одну сеть определяется распределение воды и тепловой энергии между источниками. Подводится баланс по воде и отпущенной тепловой энергией между источником и потребителями. Определяются потребители и соответствующий им источник, от которого данные потребители получают воду и тепловую энергию.

Поверочный расчет тепловой сети

Целью поверочного расчета является определение фактических расходов теплоносителя на участках тепловой сети и у потребителей, а также количестве тепловой энергии, получаемой потребителем при заданной температуре воды в подающем трубопроводе и располагаемом напоре на источнике.

Созданная математическая имитационная модель системы теплоснабжения, служащая для решения поверочной задачи, позволяет анализировать гидравлический и тепловой режим работы системы, а также прогнозировать изменение температуры внутреннего воздуха у потребителей. Расчеты могут проводиться при различных исходных данных, в том числе аварийных ситуациях, например, отключении отдельных участков тепловой сети, передачи воды и тепловой энергии от одного источника к другому по одному из трубопроводов и т. д.

В результате расчета определяются расходы и потери напора в трубопроводах, напоры в узлах сети, в том числе располагаемые напоры у потребителей, температура теплоносителя в узлах сети (при учете тепловых потерь), температуры внутреннего воздуха у потребителей, расходы и температуры воды на входе и выходе в каждую систему теплопотребления. При работе нескольких источников на одну сеть определяется распределение воды и тепловой энергии между источниками. Подводится баланс по воде и отпущенной тепловой энергией между источником и потребителями. Определяются потребители и соответствующий им источник, от которого данные потребители получают воду и тепловую энергию.

Конструкторский расчет тепловой сети

Целью конструкторского расчета является определение диаметров трубопроводов тупиковой и кольцевой тепловой сети при пропуске по ним расчетных расходов при заданном (или неизвестном) располагаемом напоре на источнике.

Данная задача может быть использована при выдаче разрешения на подключение потребителей к тепловой сети, так как в качестве источника может выступать любой узел системы теплоснабжения, например, тепловая камера. Для более гибкого решения данной задачи предусмотрена возможность изменения скорости движения воды по уча-

сткам тепловой сети, что приводит к изменению диаметров трубопровода, а значит, и располагаемого напора в точке подключения.

В результате расчета определяются диаметры трубопроводов тепловой сети, располагаемый напор в точке подключения, расходы, потери напора и скорости движения воды на участках сети, располагаемые напоры на потребителях.

5. Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии

Наряду с обычным для ГИС разделением объектов на контуры, ломанные, символы, Zulu поддерживает линейно-узловую топологию, что позволяет моделировать инженерные и другие сети.

Топологическая сетевая модель представляет собой график сети, узлами которого являются точечные объекты (колодцы, источники, задвижки, рубильники, перекрестки, потребители и т. д.), а ребрами графика являются линейные объекты (кабели, трубопроводы, участки дорожной сети и т. д.).

Топологический редактор создает математическую модель графика сети непосредственно в процессе ввода (рисования) графической информации. Пример модели сети представлен на рисунке 5.1.

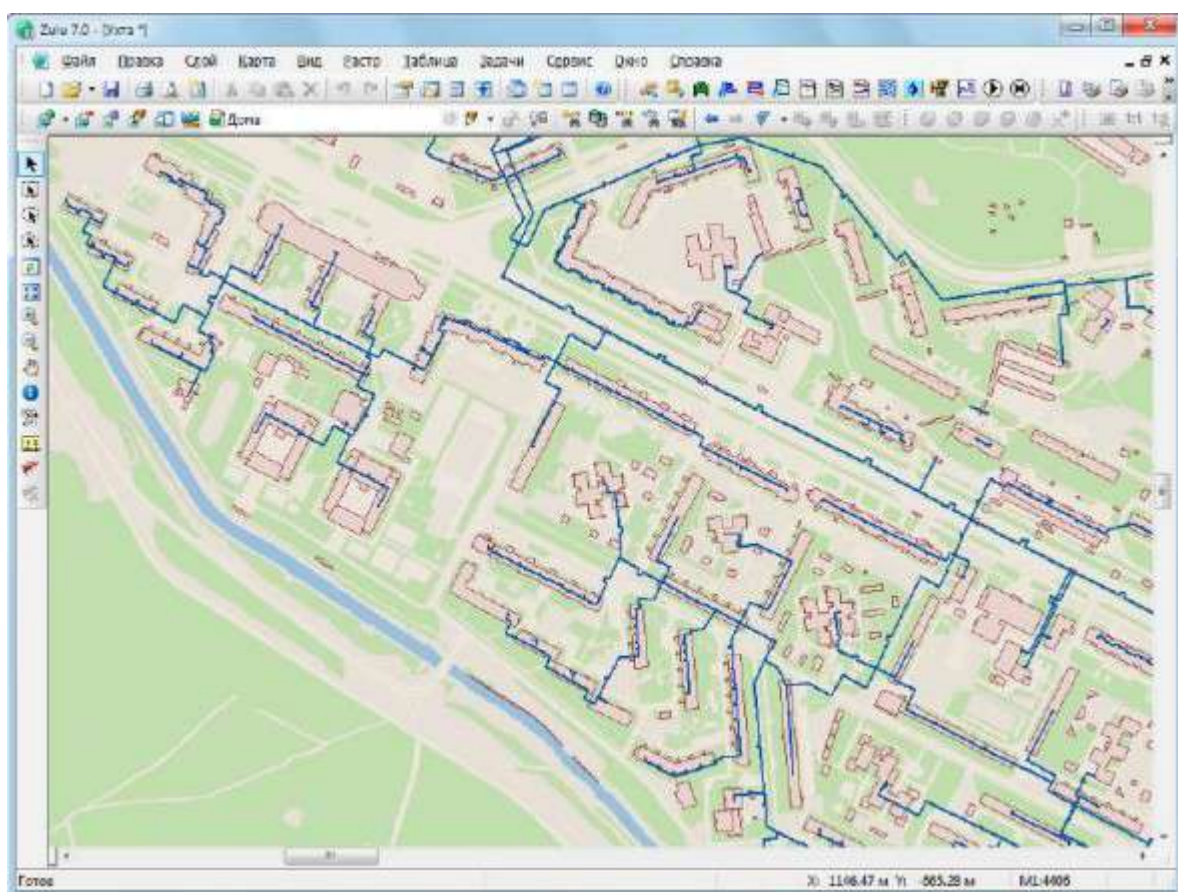


Рисунок 5.1 - Моделирование сетей

Используя модель сети, можно решать ряд топологических задач: поиск кратчайшего пути, анализ связности, анализ колец, анализ отключений, поиск, поиск ближайшей запорной арматуры, отключающей участок от источников или полностью изолирующей участок, и т. п.

6. Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку

Тепловая нагрузка по зонам действия источников тепловой энергии определяется в соответствии с данными, занесенными в электронную модель, а именно потребление тепловой энергии при расчетных температурах наружного воздуха может быть основано на анализе тепловых нагрузок потребителей, установленных в договорах теплоснабжения, договорах на поддержание резервной мощности, в долгосрочных договорах теплоснабжения, цена которых определяется по соглашению сторон, и долгосрочных договорах теплоснабжения, в отношении которых установлен долгосрочный тариф, с разбивкой тепловых нагрузок на максимальное потребление тепловой энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование, горячее водоснабжение и технологические нужды.

В базу данных электронной модели заносится информация по установленной, располагаемой тепловой мощности и тепловой мощности «нетто» источников тепловой энергии.

Указанные выше данные заносятся в электронную модель для существующего положения и на перспективу до расчетного срока.

Для определения балансов тепловой мощности и тепловой нагрузки по зонам действия источников тепловой энергии выполняется следующая последовательность действий:

1. В электронной модели выделяется источник тепловой энергии.
2. С помощью опции «Найти связанные», меню «Карта», вкладка «Топология» выделяются все подключенные к источнику тепловые сети и потребители.
3. С помощью опции «Добавить в группу» выделенные объекты тепловой сети объединяются в группу.
4. С помощью опции «Информация» производится запрос по группе потребителей:
 - Сумма «Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч»;
 - Сумма «Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч»;
 - Сумма «Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч».
5. В результате запроса определяется суммарная подключенная тепловая нагрузка к источнику тепловой энергии.
6. Результаты запроса заносятся в базу данных источника в соответствующие поля:
 - «Текущая нагрузка на отопление, Гкал/ч»;
 - «Текущая нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч»;
 - «Текущая нагрузка на ГВС, Гкал/ч».

Если расчет выполнялся с включенными опциями «С учетом утечек» и «С учетом

тепловых потерь», то в поле «Тепловые потери в тепловых сетях, Гкал/ч» базы данных источника автоматически заносятся результаты расчета тепловых потерь.

7. После проведения описанных выше операций с электронной моделью для всех источников тепловой энергии формируется запрос к базе данных источников на выборку следующих данных:

- Наименование источника.
- Установленная мощность.
- Располагаемая мощность.
- Располагаемая мощность «нетто».
- Текущая нагрузка на отопление.
- Текущая нагрузка на вентиляцию.
- Текущая нагрузка на ГВС.
- Тепловые потери в тепловых сетях.

При необходимости результаты обработки запроса могут быть выгружены во внешние таблицы типа *.xls.

8. По каждому источнику определяется резерв (дефицит) располагаемой тепловой мощности «нетто» и присоединенной тепловой нагрузки с учетом тепловых потерь.

7. Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя

Расчет систем теплоснабжения может производиться с учетом утечек из тепловой сети и систем теплоснабжения, а также тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети.

Расчет тепловых потерь ведется либо по нормативным потерям, либо по фактическому состоянию изоляции.

Целью данного расчета является определение нормативных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов. Тепловые потери определяются суммарно за год с разбивкой по месяцам. Пример расчета нормативных потерь тепловой энергии через изоляцию представлен на рисунке 7.1.

AAA

Тепловая сеть

- Котельная № 1
 - ЦТП - 1
 - ЦТП - 1 (ГВС)
 - ЦТП - 2
 - ЦТП - 2 (ГВС)

График:

Т_{нв} -30.0 Т_{со} 95.0

Т_{под} 150.0 Т_{вв} 20.0

Т_{обр} 70.0

Среднегодовые:

Т_{нв} -5.5 Т_{грунт} 0.0

Т_{под} 62.0 Т_{подв} 10.0

Т_{обр} 49.0

☒ Поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь

☒ Русские заголовки в отчете

Расчет потерь Сохранить

Отчет

☒ Суммарные по подсети

☐ По данному узлу

Владельцы:

(Все владельцы)

Месяц	П.	Про.	Т _{нв}	Т _{гр}	Т _{под}	Т _{обр}	Т _{нв}	Q _{под} Гкал	Q _{обр} Гкал	Q _{гуд_под_т}	Q _{гуд_под}	Q _{гуд_обр_т}	Q _{гуд_обр}	Q _{гуд_под_т}	Q _{гуд_под}
Январь	О	744	-11.0	1.0	104.5	54.9	5.0	389.0	166.7	229.4	19.2	234.1	11.8	198.7	11.6
	Л	0	-11.0	1.0	60.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Февраль	О	672	-30.0	0.0	150.0	70.0	0.0	445.4	190.9	201.8	23.8	210.0	13.8	179.4	12.8
	Л	0	-30.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Март	О	744	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	338.8	145.2	232.3	15.7	235.0	10.6	198.7	10.1
	Л	0	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Апрель	О	720	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	327.9	140.5	224.8	15.2	227.4	10.2	192.3	9.8
	Л	0	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Май	О	744	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	338.8	145.2	232.3	15.7	235.0	10.6	198.7	10.1
	Л	0	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Июнь	О	0	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	247.1	105.9	105.0	6.0	105.6	4.8	192.3	9.8
	Л	720	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	71.9	17.0	121.0	7.3	123.1	0.0	0.0	0.0
Июль	О	0	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	255.3	109.4	108.5	6.2	109.1	4.9	198.7	10.1
	Л	744	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	74.3	17.6	125.0	7.5	127.2	0.0	0.0	0.0
Август	О	0	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	255.3	109.4	108.5	6.2	109.1	4.9	198.7	10.1
	Л	744	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	74.3	17.6	125.0	7.5	127.2	0.0	0.0	0.0
Сентябрь	О	720	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	327.9	140.5	224.8	15.2	227.4	10.2	192.3	9.8
	Л	0	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Октябрь	О	744	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	338.8	145.2	232.3	15.7	235.0	10.6	198.7	10.1
	Л	0	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ноябрь	О	720	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	327.9	140.5	224.8	15.2	227.4	10.2	192.3	9.8
	Л	0	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Декабрь	О	744	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	338.8	145.2	232.3	15.7	235.0	10.6	198.7	10.1
	Л	0	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Итого:								4151.6	1737.0	2727.7	191.8	2767.5	113.2	2339.2	124.3

Рисунок 7.1 - Моделирование сетей

Просмотреть результаты расчета можно как суммарно по всей тепловой сети, так и по каждому отдельно взятому источнику тепловой энергии и каждому центральному тепловому пункту (ЦТП). Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы тепловых потерь.

Результаты выполненных расчетов можно экспортировать в MS Excel.

8. Расчет показателей надежности теплоснабжения

Цель расчета — количественная оценка надежности теплоснабжения потребителей в тепловых сетях систем централизованного теплоснабжения и обоснование необходимых мероприятий по достижению требуемой надежности для каждого потребителя.

Расчет надежности тепловых сетей при разработке схемы теплоснабжения выполняется по методике, разработанной в АО «Газпром промгаз» и опубликованной в работе «Методика и алгоритм расчета надежности тепловых сетей при разработке схем теплоснабжения городов», в программно-расчетном комплексе ГИС Zulu Thermo с помощью модуля «Надежность».

Обоснование необходимости реализации мероприятий, повышающих надежность теплоснабжения потребителей тепловой энергии, осуществляется по результатам качественного анализа полученных численных значений. Проверка эффективности реализации мероприятий, повышающих надежность теплоснабжения потребителей, осуществляется путем сравнения исходных (полученных до реализации) значений показателей надежности, с расчетными значениями, полученными после реализации (моделирования реализации) этих мероприятий.

В электронной модели результаты расчетов представляются в соответствующих полях баз данных элементов системы теплоснабжения, перечисленных ниже.

По участкам тепловой сети:

1. $Trep_nad$, Время восстановления, ч;
2. $Mrep_nad$, Интенсивность восстановления, $1/ч$;
3. Λ_nad , Интенсивность отказов, $1/(км*ч)$;
4. Ω_nad , Поток отказов, $1/ч$;
5. Qot_nad , Относительное количество отключений нагрузки;
6. $Pbreak_nad$, Вероятность отказа.

По задвижкам:

1. $Trep_nad$, Время восстановления, ч;
2. $Mrep_nad$, Интенсивность восстановления, $1/ч$;
3. Λ_nad , Интенсивность отказов, $1/(км*ч)$;
4. Ω_nad , Поток отказов, $1/ч$;
5. Qot_nad , Относительное количество отключений нагрузки;
6. $Pbreak_nad$, Вероятность отказа.

По потребителям и обобщенным потребителям:

1. R_nad , Вероятность безотказной работы;
2. K_nad , Коэффициент готовности;
3. $Qlost_nad$, Средний суммарный недоотпуск теплоты, Гкал/от. период.

9. Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения

Zulu позволяет проводить анализ данных, включая пространственные (геометрия, площадь, длина, периметр, тип объекта, режим, цвет, текст и др.).

Система позволяет делать произвольные выборки данных по заданным условиям с возможностью выделения объектов, сохранение результатов в таблицах, экспорта в Microsoft Excel.

В пространственных запросах могут одновременно участвовать графические и семантические данные, относящиеся к разным слоям.

Запросы могут формироваться прямо на карте, в окнах семантической информации, специальных диалогах-генераторах запросов, либо в виде запроса SQL с использованием расширения OGC (рисунок 9.1).

Операции, поддерживаемые Zulu, с окном семантической информации:

- открытие окна семантической информации;
- получение информации по объектам слоя;
- ввод и редактирование информации по объектам слоя;
- выполнение запросов к базам данных;
- отображение результатов запроса к базе данных на карте;
- сохранение условий запроса;
- сохранение результатов запроса;
- просмотр и печать отчетов;
- экспорт данных в формат Microsoft Excel;
- экспорт данных в HTML страницу;
- настройка вида окна семантической информации.

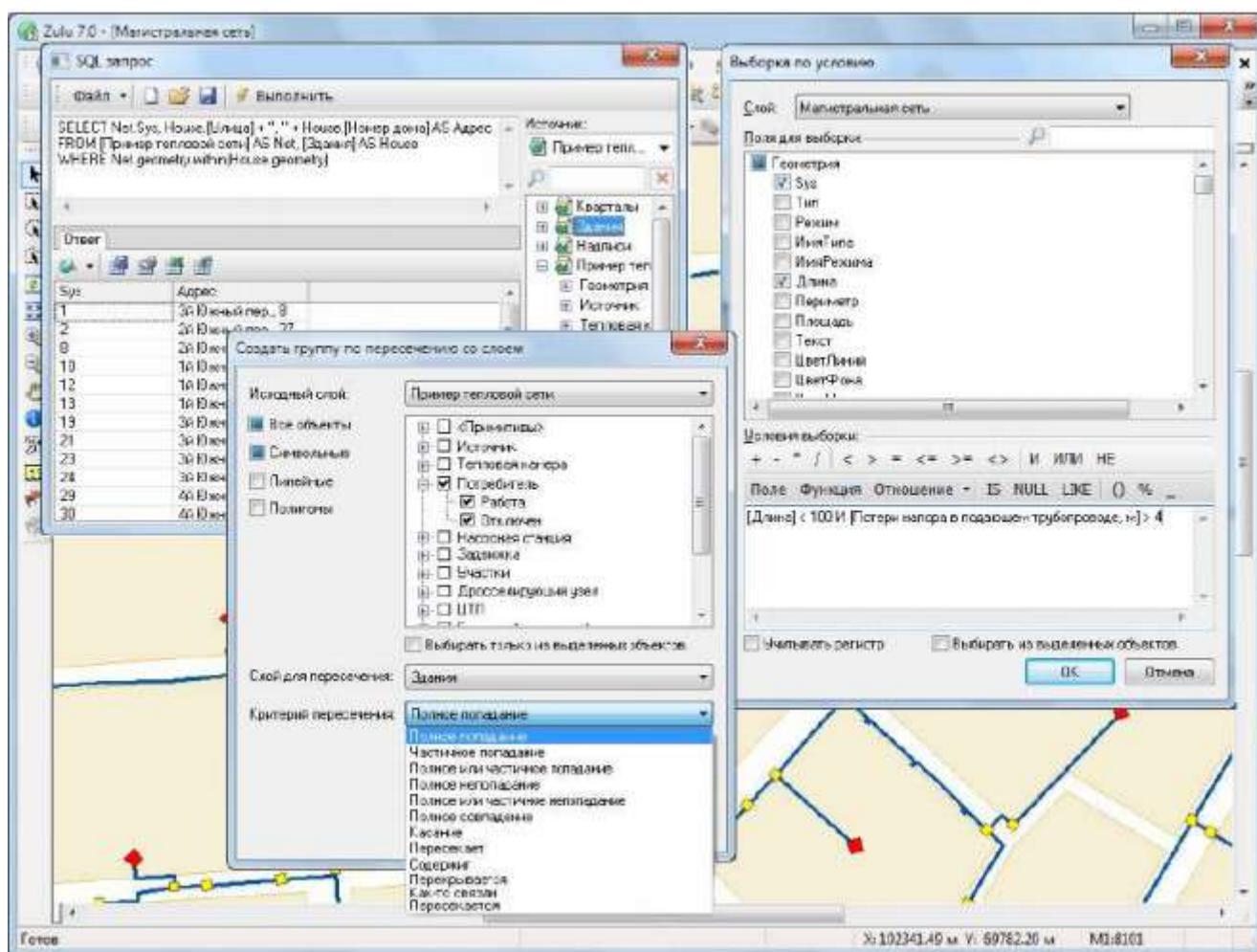


Рисунок 9.1 - Генератор пространственно-семантических запросов

9.1. Групповые изменения характеристик нагрузок абонентов тепловой сети по заданным критериям

В подсистеме гидравлических расчетов имеется специальный инструмент для осуществления массовых изменений характеристик нагрузок потребителей с целью моделирования - таким образом, чтобы при этом не менять паспортные значения нагрузок абонентов тепловой сети.

Этот инструмент позволяет применить общее правило изменения характеристик тепловой нагрузки одновременно для некоторой совокупности потребителей, определяемой заданным критерием отбора, в частности:

- по всей базе данных описания тепловой сети;
- по одной из связанных компонентов (тепловой зоне источника);
- по некоторой графической области, заданной произвольным многоугольником;
- по типу объектов теплоснабжения (жилье, административные здания, промышленность и т.д.);
- по признаку ведомственной подчиненности;

- по признаку административного деления и т.п.

Критерии отбора могут быть любыми, единственное существенное требование: соответствующая информация, на основании которой строится критериальный отбор, должна в явном виде присутствовать в базе данных описания потребителей тепла.

Для потребителей, отобранных по заданному критерию, можно выполнить любое из следующих изменений характеристик нагрузки:

- включение/отключение одного или нескольких видов тепловой нагрузки;
- ограничение одного или нескольких видов тепловой нагрузки (в % от паспортной, в т.ч. более 100%);
- изменение температурного графика и/или удельных расходов теплоносителя по видам тепловой нагрузки;
- изменение способа задания тепловой нагрузки из списка, имеющегося в паспорте (проектная/договорная/фактическая/...)

После проведения серии изменений характеристик нагрузок автоматически производится гидравлический расчет тепловой сети, результаты которого сразу же доступны для визуализации на схеме и анализа.

Поскольку при изменении характеристик нагрузки паспорта потребителей не меняются, очень просто вернуться к исходному состоянию расчетной гидравлической модели, определяемому паспортными значениями тепловых нагрузок потребителей.

9.2. Групповые изменения характеристик участков тепловой сети по заданным критериям

Данный инструмент применим для различных целей и задач гидравлического моделирования, однако его основное предназначение - калибровка расчетной гидравлической модели тепловой сети. Трубопроводы реальной тепловой сети всегда имеют физические характеристики, отличающиеся от проектных, в силу происходящих во времени изменений - коррозии и выпадения отложений, отражающихся на изменении эквивалентной шероховатости и уменьшении внутреннего диаметра вследствие зарастания. Очевидно, что эти изменения влияют на гидравлические сопротивления участков трубопроводов, и в масштабах сети в целом это приводит к весьма значительным расхождениям результатов гидравлического расчета по «проектным» значениям с реальным гидравлическим режимом, наблюдаемым в эксплуатируемой тепловой сети. С другой стороны, измерить действительные значения шероховатостей и внутренних диаметров участков действующей тепловой сети не представляется возможным, поскольку это потребовало бы массового вскрытия трубопроводов, что вряд ли реализуемо. Поэтому эти значения можно лишь косвенным образом оценить на основании сравнения реального

(наблюдаемого) гидравлического режима с результатами расчетов на гидравлической модели, и внести в расчетную модель соответствующие поправки. В этом, в первом приближении, и состоит процесс калибровки.

Инструмент групповых операций позволяет выполнить изменение характеристик для подмножества участков тепловой сети, определяемого заданным критерием отбора, в частности:

- по всей базе данных описания тепловой сети;
- по одной из связных компонентов тепловой сети (тепловой зоне источника);
- по некоторой графической области, заданной произвольным многоугольником;
- вдоль выбранного пути.

При этом на любой из вышеперечисленных «пространственных» критериев может быть наложена суперпозиция критериев отбора по классифицирующим признакам:

- по подающим или обратным трубопроводам тепловой сети, либо симметрично;
- по виду тепловых сетей (магистральные, квартальные);
- по участкам тепловой сети определенного условного диаметра;
- по участкам тепловой сети с определенным типом прокладки и т.п.

Критерии отбора могут быть произвольными при соблюдении основного требования: информация, на основании которой строится отбор, должна в явном виде присутствовать в паспортных описаниях участков тепловой сети.

Для участков тепловых сетей, отобранных по определенной совокупности критериев, можно произвести любую из следующих операций:

- изменение эквивалентной шероховатости;
- изменение степени зарастания трубопроводов;
- изменение коэффициента местных потерь;
- изменение способа расчета сопротивления.

После проведения серии изменений характеристик участков трубопроводов тепловой сети автоматически производится гидравлический расчет, результаты которого сразу же доступны для визуализации на схеме и анализа.

Поскольку при изменении характеристик участков тепловой сети их паспорта не модифицируются, в любой момент можно вернуться к исходному состоянию расчетной гидравлической модели, определяемому паспортными значениями характеристик участков тепловой сети.

10. Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей

Целью построения пьезометрического графика является наглядная иллюстрация результатов гидравлического расчета (наладочного, поверочного, конструкторского). При этом на экран выводятся:

- линия давления в подающем трубопроводе;
- линия давления в обратном трубопроводе;
- линия поверхности земли;
- линия потерь напора на шайбе;
- высота здания;
- линия вскипания;
- линия статического напора.

Пример пьезометрического графика представлен на рисунке 10.1. Цвет и стиль линий задается пользователем.

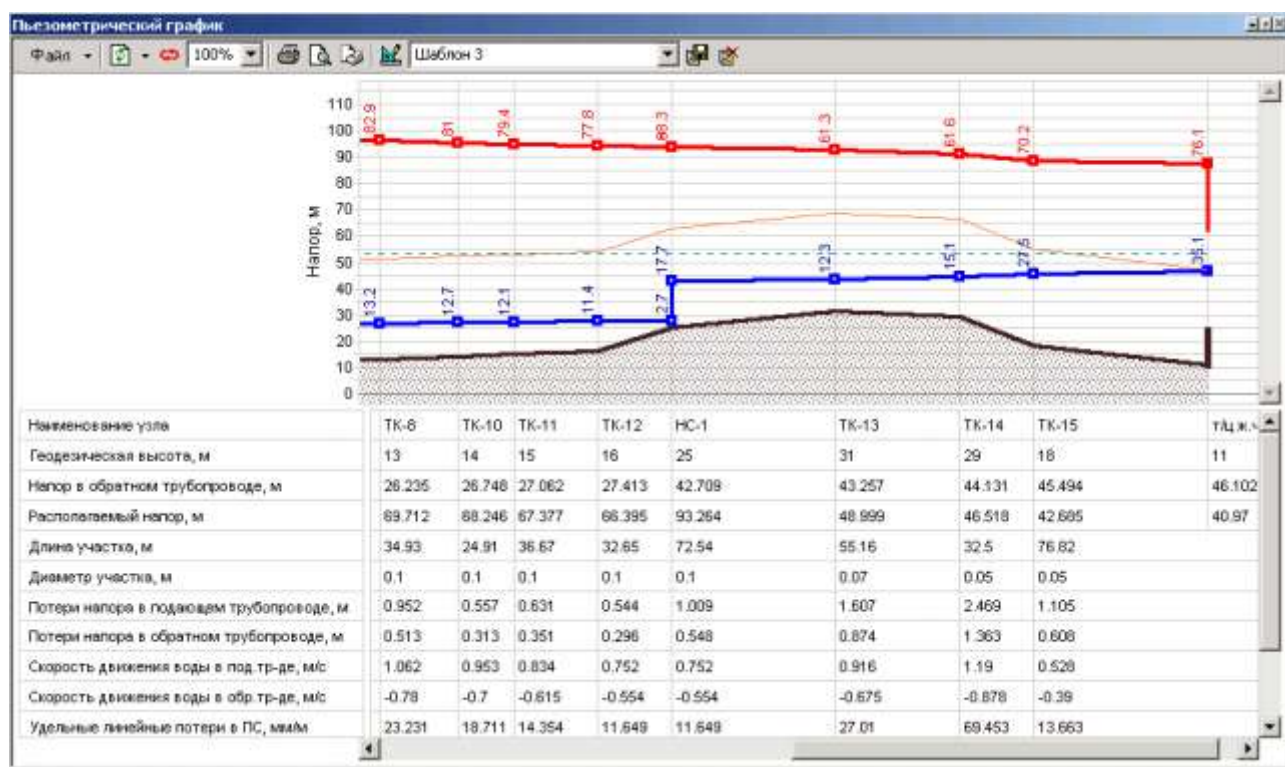


Рисунок 10.1 - Пример пьезометрического графика

В таблице под графиком для каждого узла сети выводятся наименование, геодезическая отметка, высота потребителя, напоры в подающем и обратном трубопроводах, величина дросселируемого напора на шайбах у потребителей, потери напора по участкам тепловой сети, скорости движения воды на участках тепловой сети и т. п. Количество выводимой под графиком информации настраивается пользователем.

11. Описание изменения гидравлических режимов за период, предшествующий разработке схемы теплоснабжения

На основе существующей электронной модели для целей ее актуализации были созданы модельные базы – «Существующие тепловые сети 2025», «Перспективные тепловые сети 2043», в которых проводилась выверка с последующей корректировкой информационно-графического описания существующих объектов системы теплоснабжения с учетом изменений, произошедших за период, предшествующий разработке схемы теплоснабжения, по представленным исходным данным (база абонентов; базы тепловых сетей; схемы тепловых сетей).

В актуализированной базе данных электронной модели описаны и при необходимости дополнены (скорректированы) паспортные характеристики всех типов объектов системы теплоснабжения. Полнота заполнения базы данных по параметрам зависит от наличия исходных данных у теплоснабжающих компаний.

В рамках отладки и калибровки электронной модели выполнены:

- отладка работы расчетных математических модулей путем выявления ошибок в исходных данных;
- калибровка модели с целью достижения соответствия расчетных параметров модели фактическим параметрам в определенных реперных узлах системы теплоснабжения (при наличии информации по расходам, давлениям воды в подающих и обратных трубопроводах системы теплоснабжения для фактического режима).

На этапе отладки электронной модели был проведен анализ полноты и достоверности внесенных исходных данных.

Калибровка электронной модели – процесс идентификации и тонкой настройки наборов исходных данных таким образом, чтобы обеспечить максимальное приближение результатов гидравлического расчета к фактическим параметрам в определенных реперных узлах системы теплоснабжения. Для организации процесса калибровки электронной модели выбираются реперные узлы в каждой из систем теплоснабжения, такие как: выводной коллектор на источнике и/или насосные станции и/или тепловые пункты и прочие элементы тепловой сети, по которым имеются фактические данные по расходам теплоносителя и располагаемым напорам за базовый период разработки схемы теплоснабжения.

Одним из незаменимых инструментов при калибровке гидравлической модели тепловой сети является пьезометрический график, поскольку графическая интерпретация гидравлического режима позволяет одновременно качественно и количественно оценить поправки, которые необходимо внести в расчетную модель, чтобы она наиболее

адекватно повторяла «гидравлическое поведение» реальной тепловой сети в эксплуатации.

Также для выполнения калибровки использовались результаты гидравлических расчетов для элементов тепловой сети, а также графическое представление параметров теплоносителя.

Параллельно работе с вышеописанным инструментарием проводилась корректировка изначально введенных данных по шероховатости трубопроводов, значениям местных сопротивлений и пр. с целью получения максимального соответствия параметров расчетной модели с фактическими параметрами систем теплоснабжения.

Моделирование перспективного варианта развития системы теплоснабжения (строительство новых и реконструкция существующих источников тепловой энергии, перераспределение тепловых нагрузок между источниками, определение возможности подключения новых потребителей тепловой энергии, определение оптимальных вариантов качественного и надежного обеспечения тепловой энергией новых потребителей и т.д.) осуществляется через механизм создания и администрирования специальных «модельных» баз – наборов данных, клонируемых из основной (контрольной) базы данных описания тепловой сети, на которых можно производить любые манипуляции без риска исказить или повредить контрольную базу.

В результате создания перспективного варианта до конечных потребителей в электронной модели в соответствии с мастер-планом была создана модельная база, отражающая перспективное состояние системы теплоснабжения на конец рассматриваемого периода.

Результаты расчета перспективных гидравлических режимов системы теплоснабжения представлены в обосновывающих материалах к схеме теплоснабжения в Главе 4 «Перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки».

12. Структура и состав электронной модели систем теплоснабжения

12.1. Структура электронной модели систем теплоснабжения

Структура электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа соответствует ГИС Zulu, разработанной ООО «Политерм», г. Санкт-Петербург, с учетом имеющихся на текущую дату модулей к данному программному обеспечению для ПЭВМ.

В связи с тем, что система ГИС Zulu постоянно совершенствуется, инструкция пользователя при работе с программой может быть неполной или в отдельных пунктах расходиться с тем, что пользователь видит на экране, поэтому рекомендуется просматривать справку по выбранной команде непосредственно в системе (нажать кнопку Справка (?) или на сайте <http://www.politerm.com.ru/>).

В связи с тем, что система ПРК ZuluThermo™ постоянно совершенствуется, руководство оператора при работе с программой может быть неполной или в отдельных пунктах расходиться с тем, что пользователь видит на экране, поэтому рекомендуется просматривать справку по выбранной команде непосредственно в системе (нажать кнопку Справка (?) или на сайте <http://www.politerm.com.ru/>).

12.2. Состав электронной модели систем теплоснабжения

В состав электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа входят следующие адаптированные друг к другу отдельные слои (уровни) системы, которые могут быть представлены как индивидуально, так и в любых комбинациях между собой в зависимости от задач, выполняемых с помощью электронной модели схемы теплоснабжения.

Слои электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату:

- Кадастровое деление (рисунок 12.1);
- Реки и водоемы, здания и сооружения (рисунок 12.1);
- Зона действия источника тепловой энергии, а также расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города (рисунок 12.2 – 12.9).

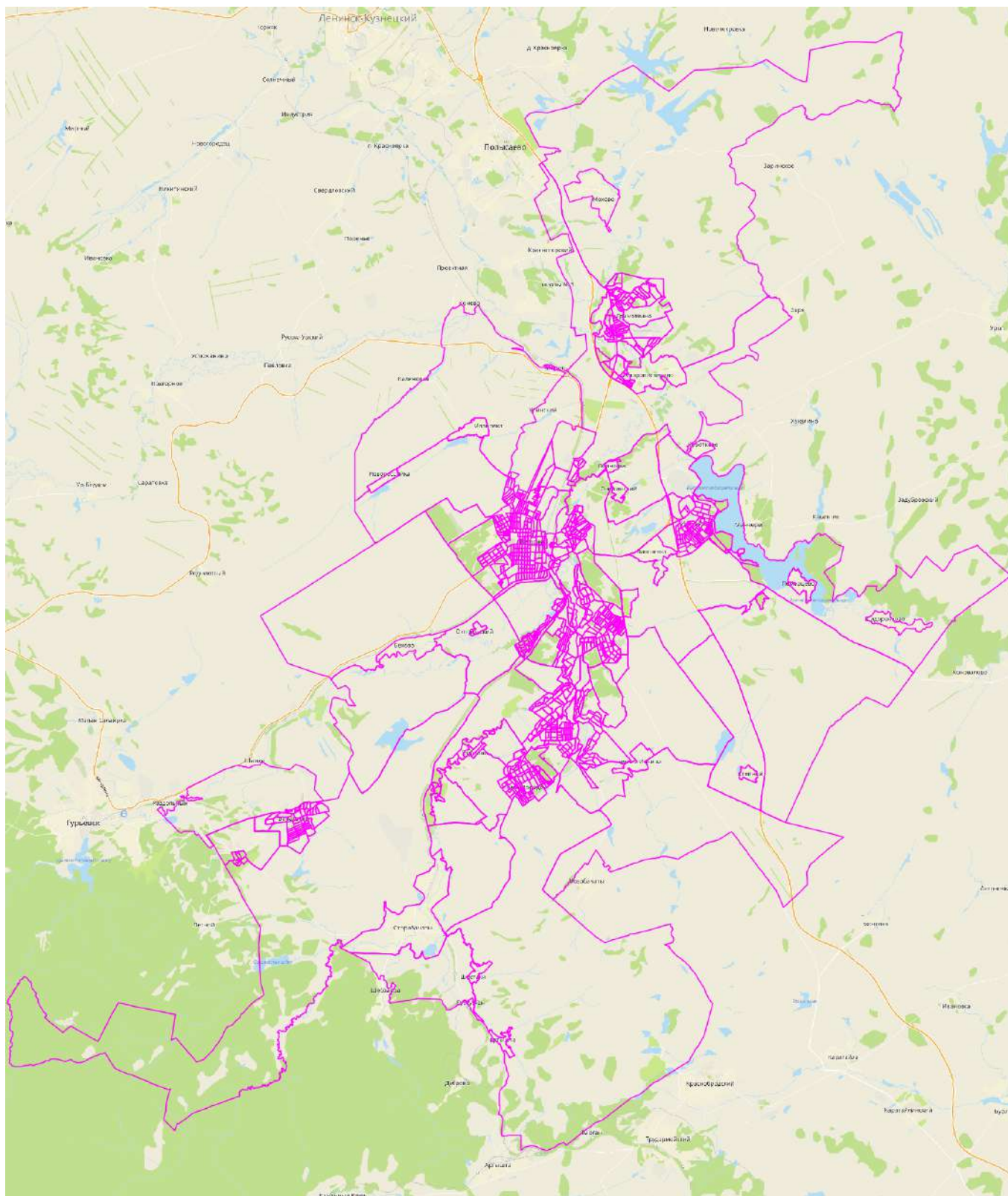


Рисунок 12.1 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа «Кадастровое деление» и «Реки и водоёмы, здания и сооружения» (общий вид)

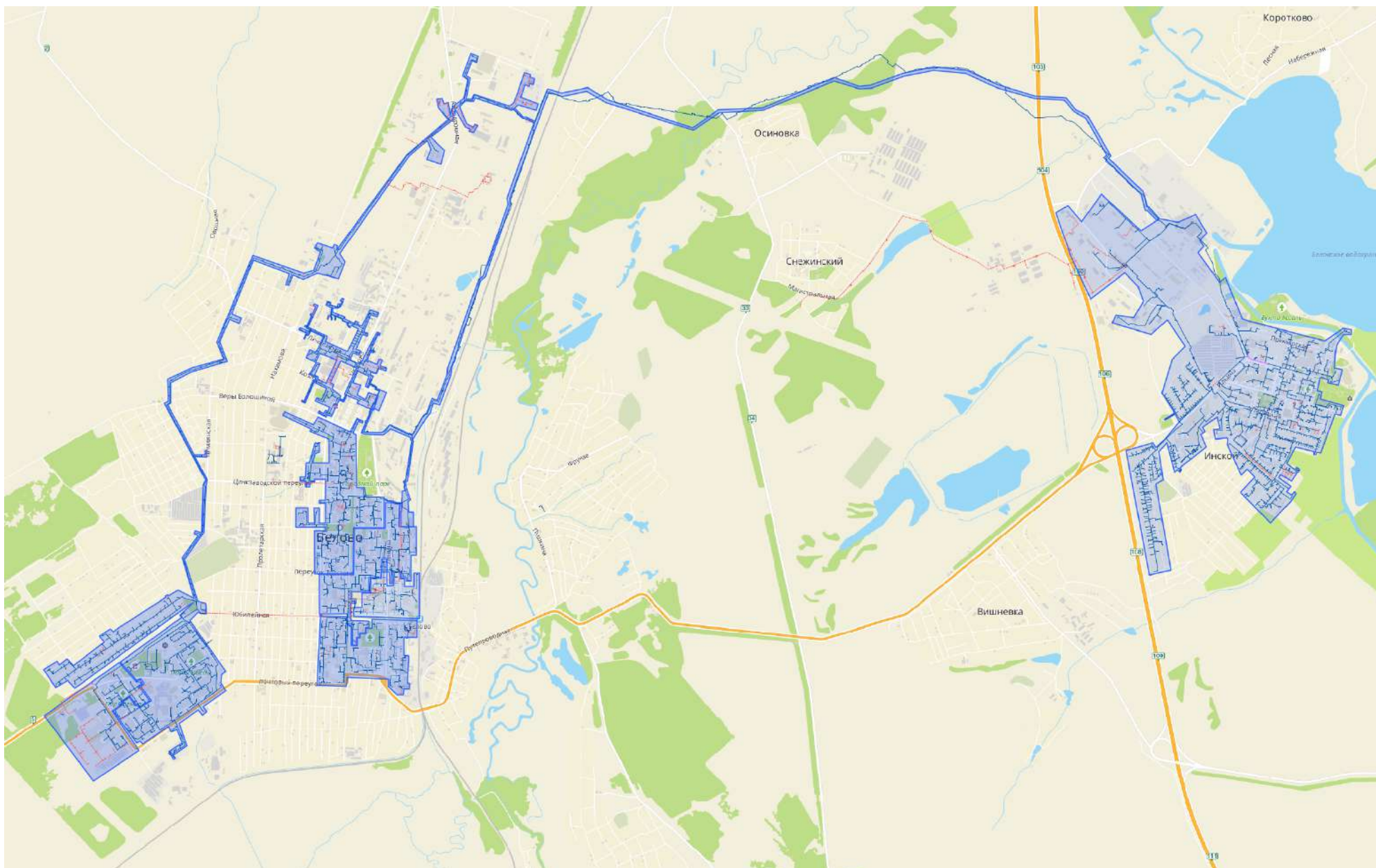


Рисунок 12.2 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)

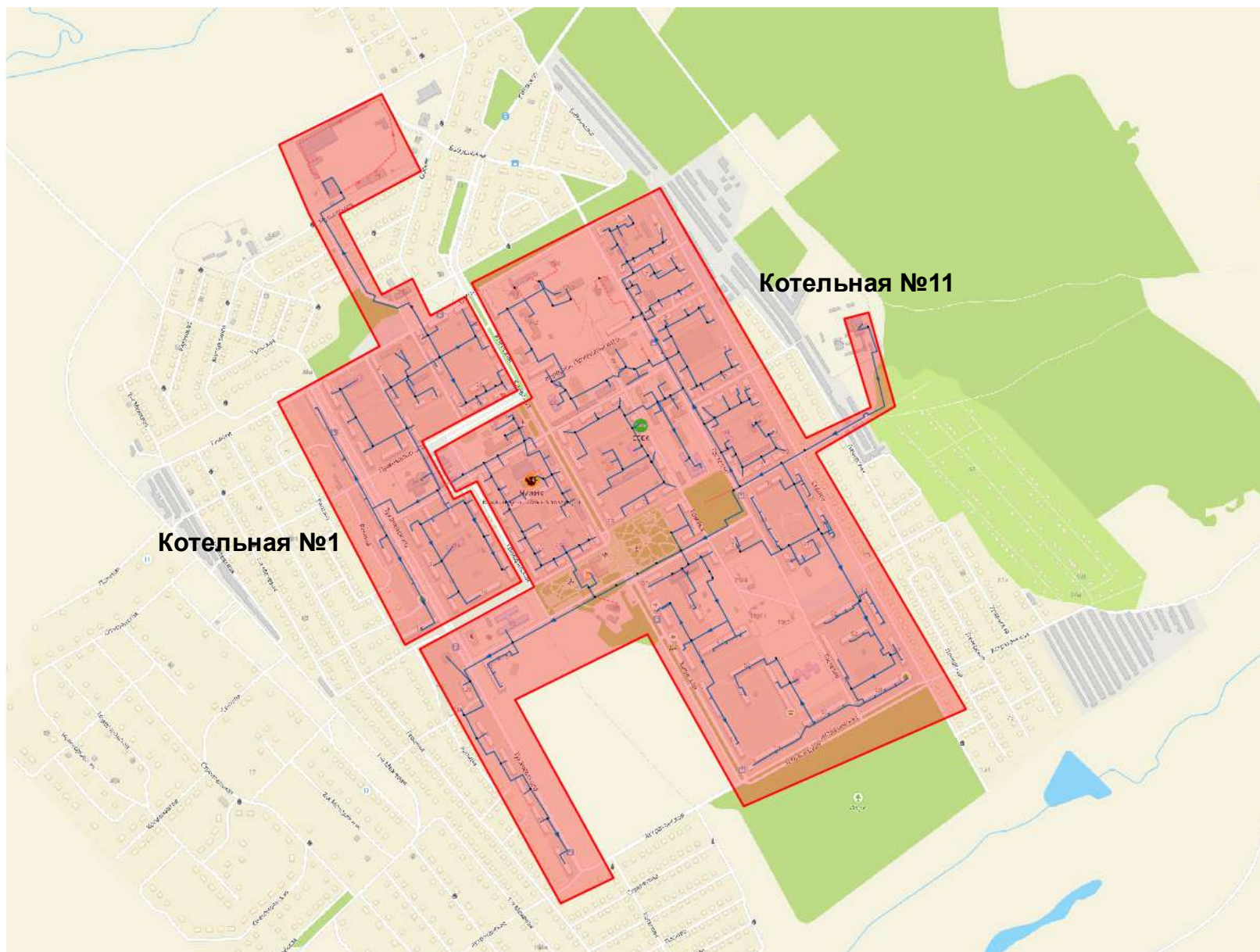


Рисунок 12.3 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)

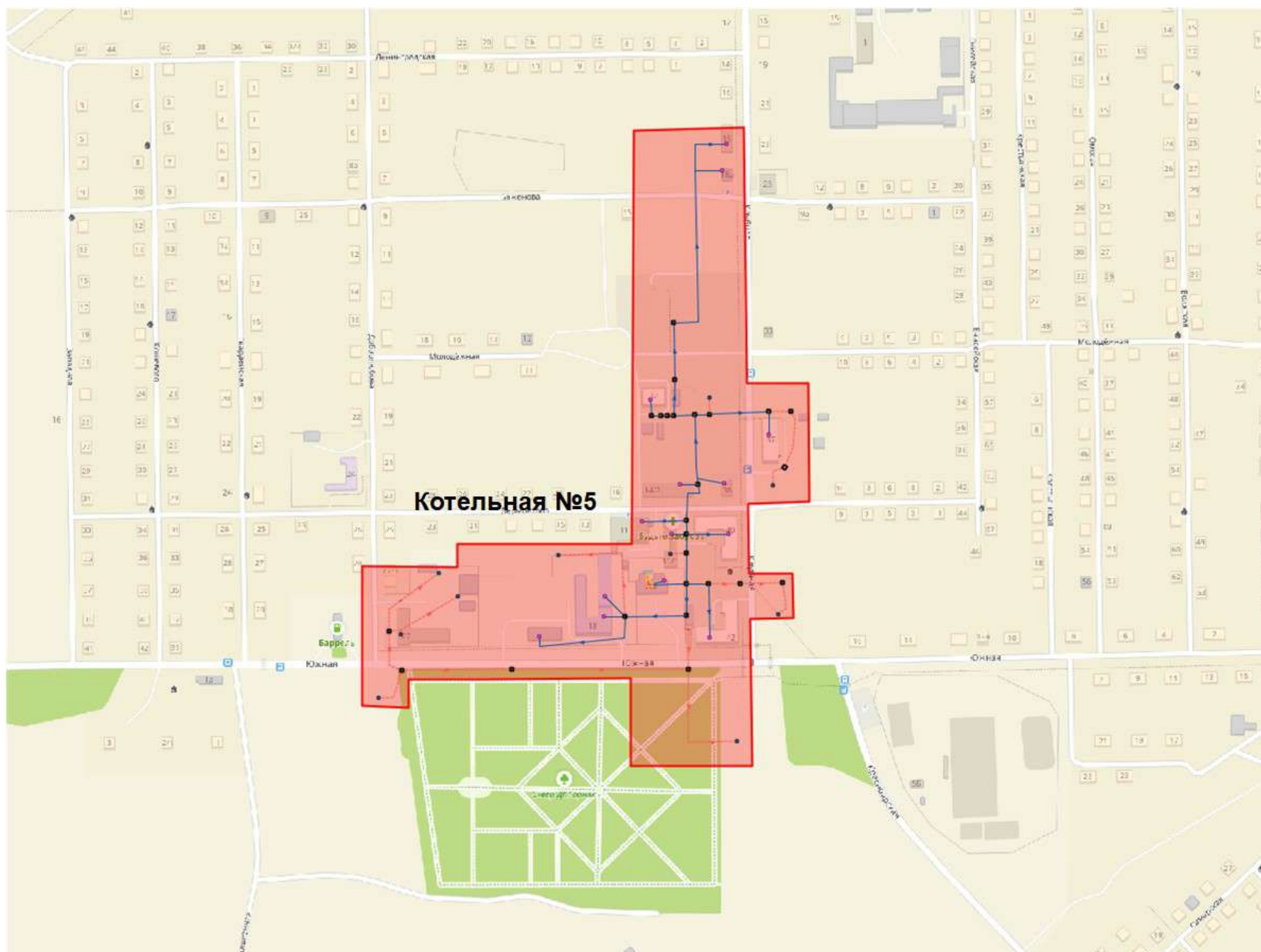


Рисунок 12.4 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)

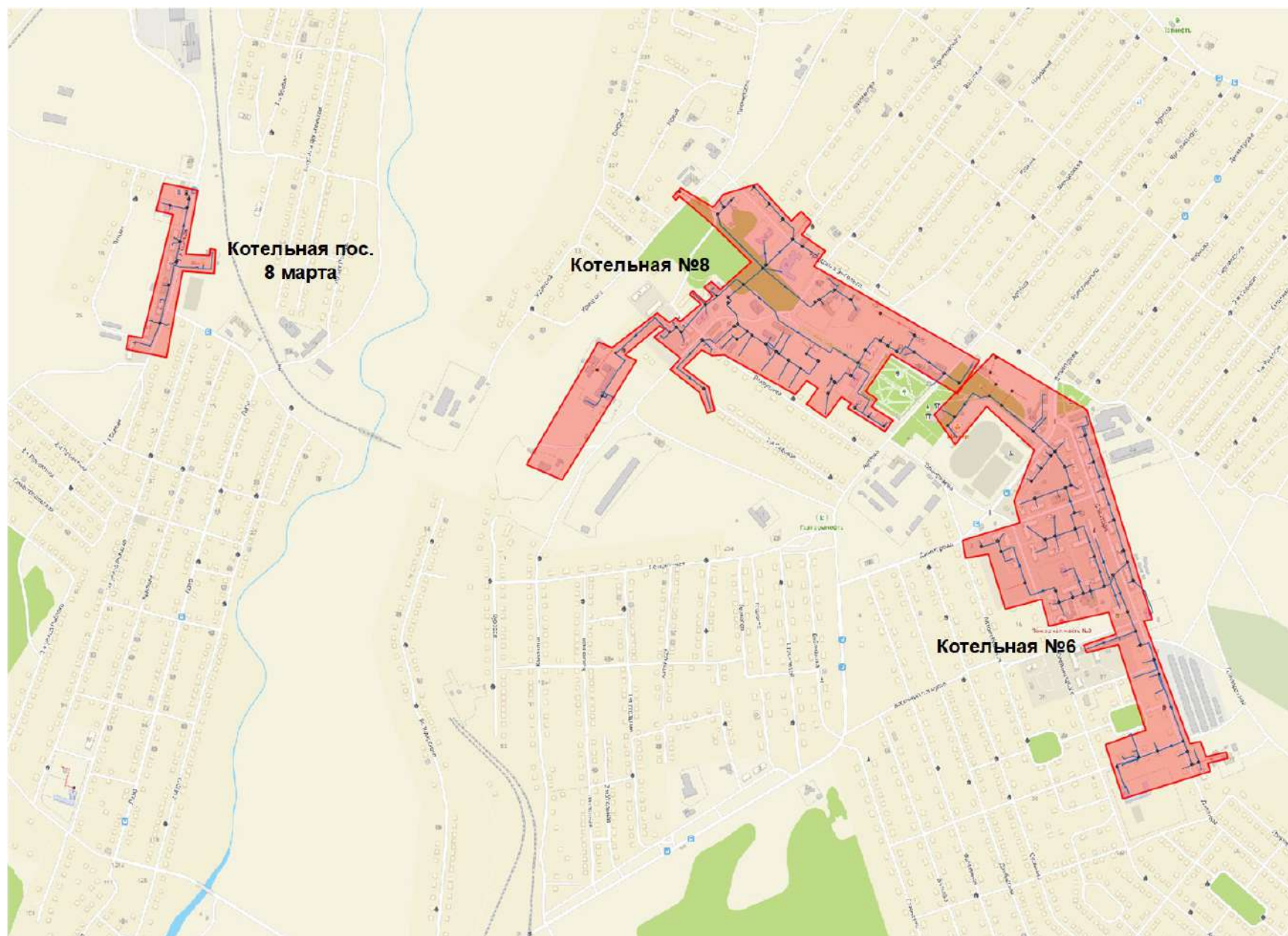


Рисунок 12.5 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)

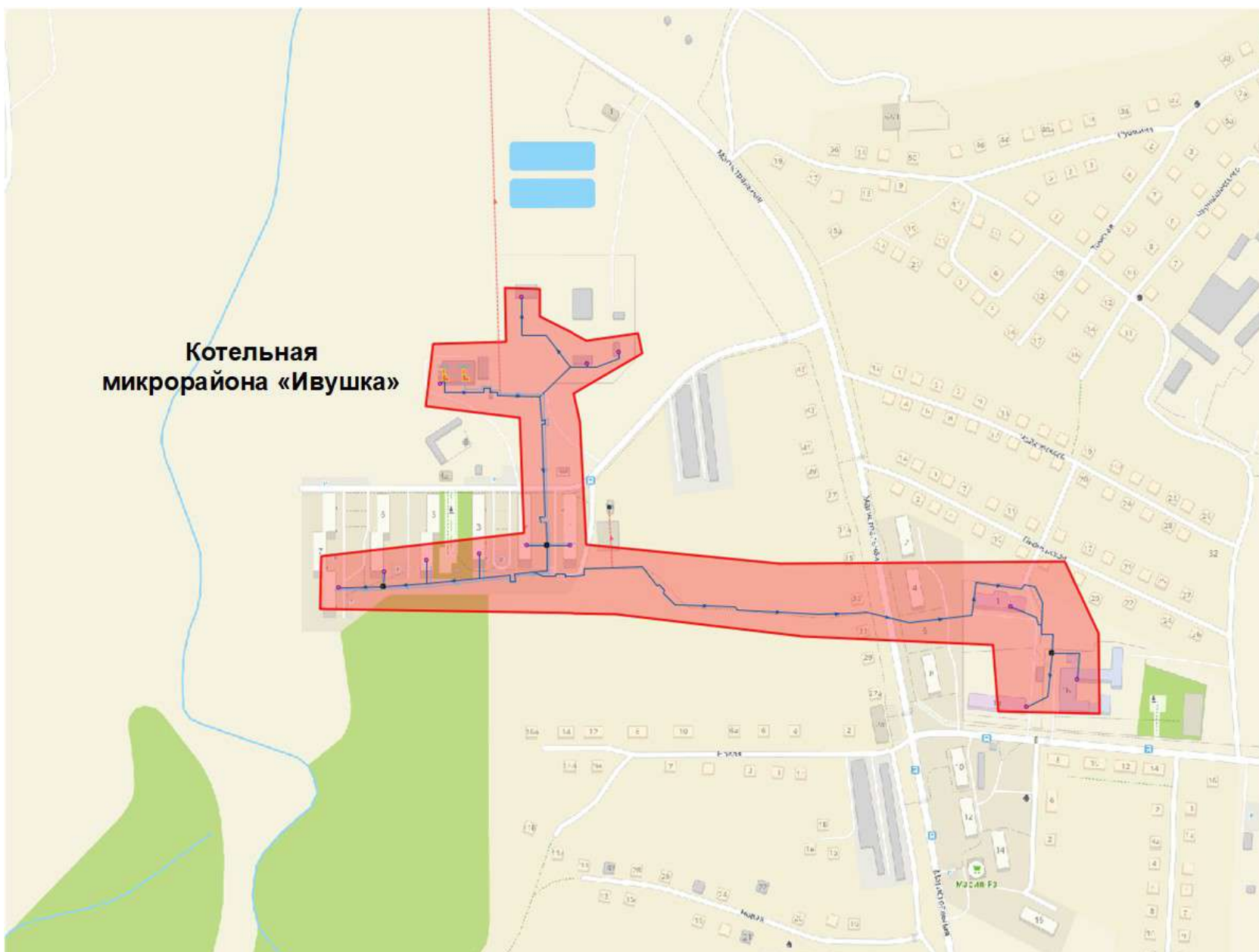


Рисунок 12.6 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)

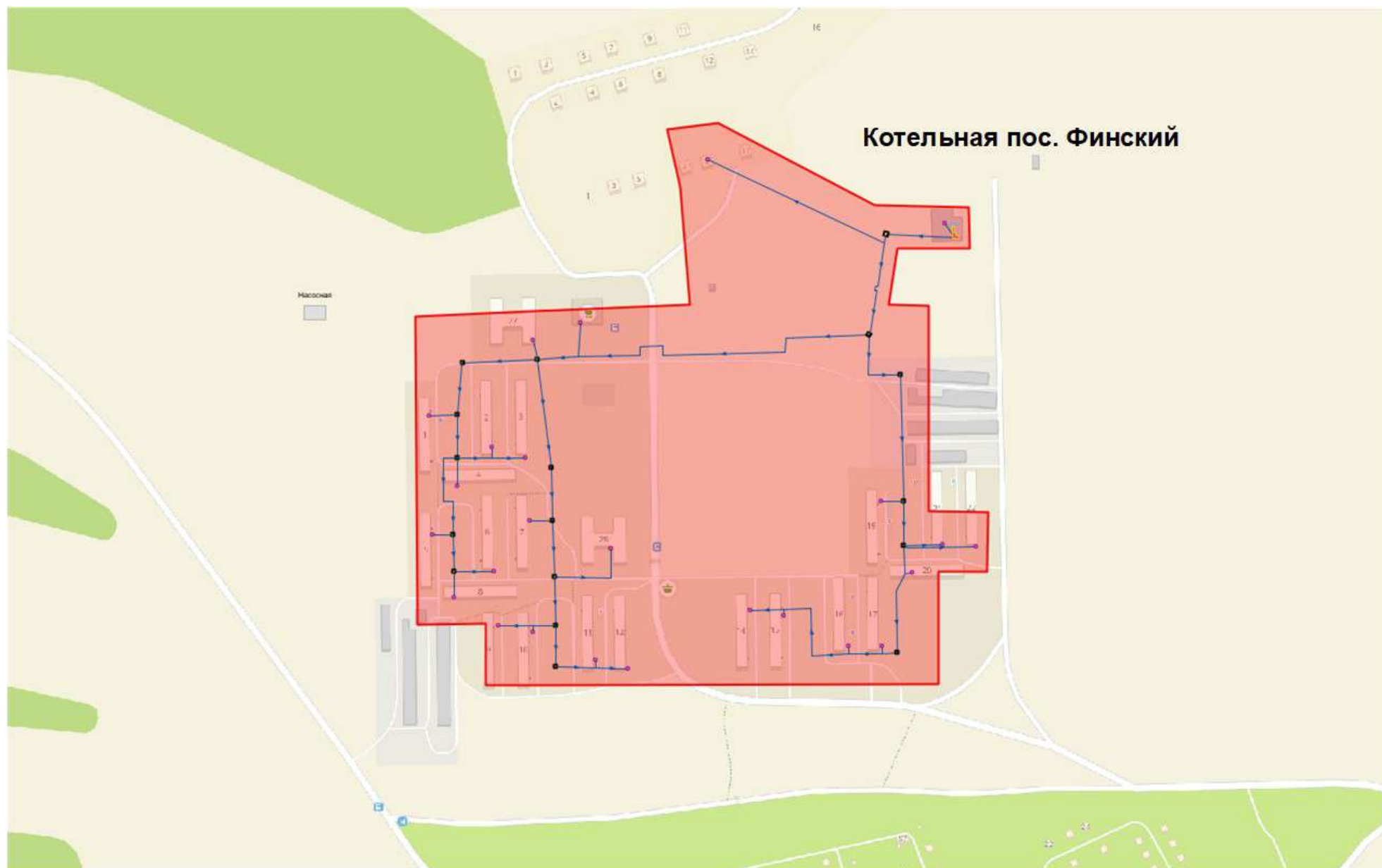


Рисунок 12.7 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)

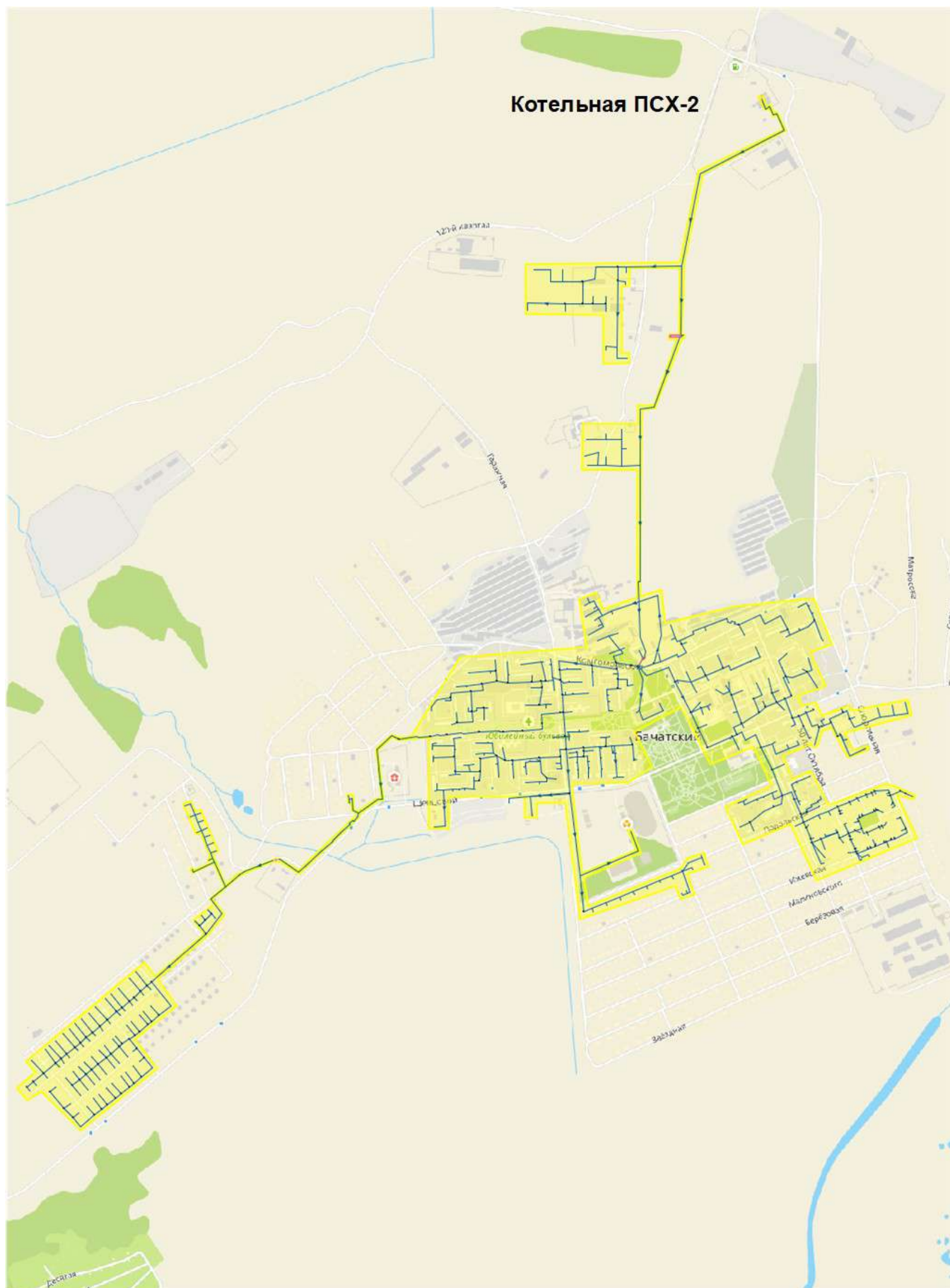


Рисунок 12.8 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)

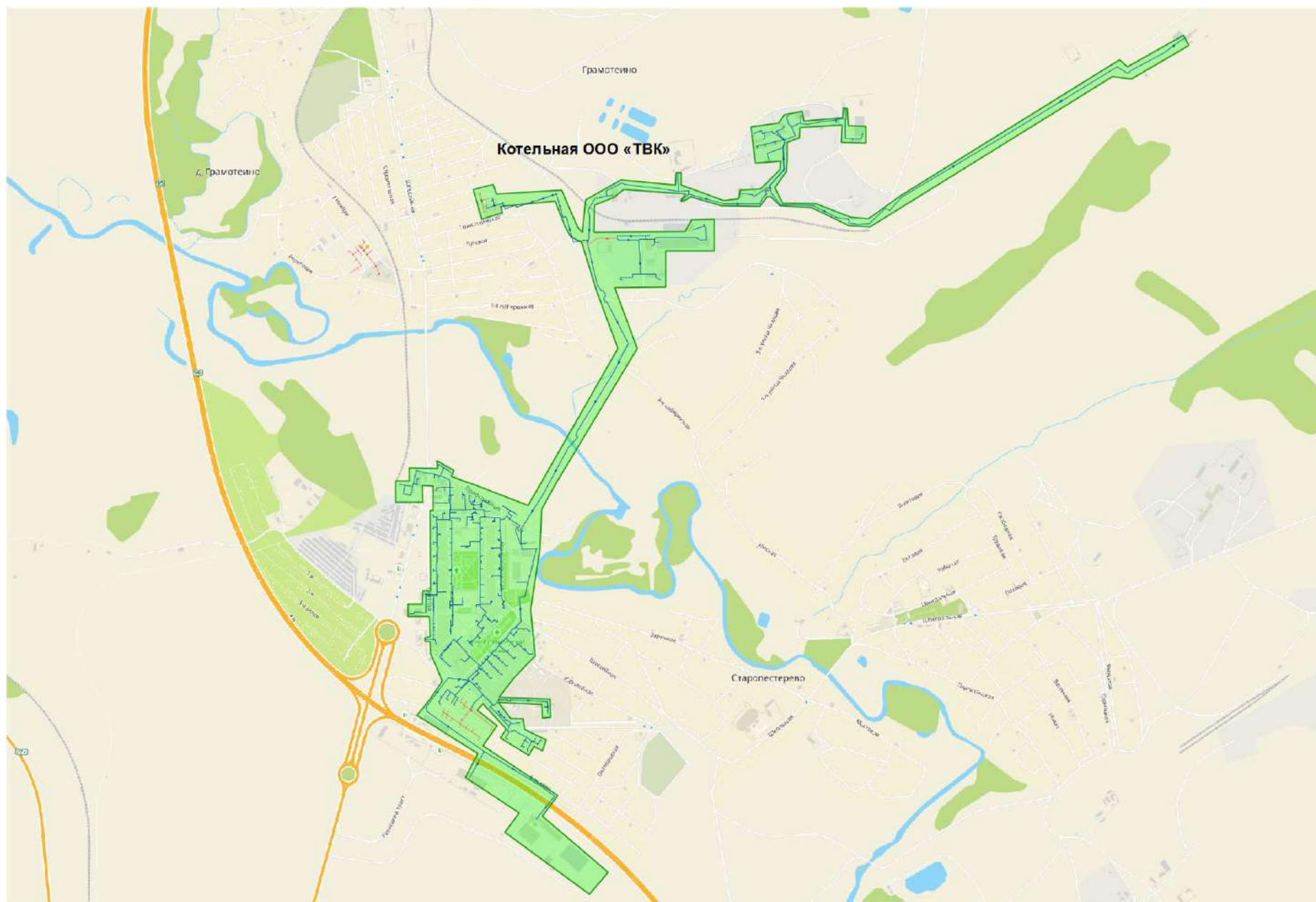


Рисунок 12.9 - Слой электронной модели систем теплоснабжения Беловского городского округа по состоянию на текущую дату «Зона действия источника тепловой энергии» и «Расчетные схемы тепловых сетей от источников теплоты в зонах их действия с привязкой к схеме города» (фрагмент)

13. Отладка и калибровка электронной модели

В рамках данного этапа были выполнены:

- отладка работы расчетных математических модулей путем выявления ошибок в исходных данных;
- калибровка модели с целью достижения соответствия расчетных параметров модели фактическим параметрам в определенных реперных узлах системы теплоснабжения (расходы, давления воды в подающих и обратных трубопроводах системы теплоснабжения для определенных расчетных режимов). Реперные узлы (источник тепловой энергии, тепловая камера, ЦТП, ИТП) выбирались для каждой системы теплоснабжения исходя из наличия данных, предоставленных Заказчиком.

На этапе отладки электронной модели был проведен анализ полноты внесенных исходных данных. Инструментарием для анализа и выявления ошибок во введенных исходных данных являются сгенерированные отчеты об объектах из созданной базы данных:

- расчетные параметры по источникам тепловой энергии;
- расчетные параметры по участкам;
- расчетные параметры по тепловым камерам и павильонам;
- расчетные параметры по насосным станциям и ЦТП;
- расчетные параметры по потребителям.

Калибровка модели - процесс идентификации и тонкой настройки наборов исходных данных таким образом, чтобы обеспечить максимальное приближение результатов гидравлического расчета к фактическим параметрам в определенных реперных узлах системы теплоснабжения. Для организации процесса калибровки электронной модели выбираются реперные узлы в каждой из систем теплоснабжения, такие как: выводной коллектор на источнике, тепловые камеры, насосные станции, ЦТП, ИТП, по которым имеются фактические данные по расходам теплоносителя и располагаемым напорам за период, когда расходы теплоносителя были максимально приближены к номинальным. Для калибровки созданной модели используют большой набор встроенных инструментов.

Одним из незаменимых инструментов при калибровке гидравлической модели тепловой сети является пьезометрический график, поскольку графическая интерпретация гидравлического режима позволяет одновременно качественно и количественно оценить поправки, которые необходимо внести в расчетную модель, чтобы она наиболее адекватно повторяла «гидравлическое поведение» реальной тепловой сети в эксплуатации.

Также для выполнения калибровки используют сгенерированные отчеты и справки об объектах из созданной базы данных, а также графическое представление параметров теплоносителя:

- результаты гидравлического расчета по участкам вдоль пути (данный отчет, представленный в табличном виде, позволяет выполнить анализ гидравлического расчета системы теплоснабжения вдоль выделенного пути);
- расчетные параметры участков тепловых сетей (по источнику) (данный отчет, представленный в табличном виде позволяет выполнить анализ гидравлического расчета всей системы теплоснабжения от определенного источника);
- потребители с недостаточным располагаемым напором (данный отчет позволяет определить потребителей с недопустимым располагаемым напором);
- справка о потребителе (нагрузки, дроссельные устройства);
- гидравлическая справка о потребителе (данный отчет позволяет проанализировать гидравлические параметры по конкретному потребителю);
- «гидравлическая» раскраска сети (данный режим позволяет разными цветами выделить включенные, отключенные и тупиковые участки тепловых сетей);
- специальные раскраски тепловой сети по значениям различных характеристик гидравлического режима (данные режимы позволяют анализировать всю систему теплоснабжения по следующим параметрам: скорости, давлениям в подающей или обратной магистрали, удельным потерям напора на участках и т.п.);
- графические выделения (выделения цветом или иным способом узлов и/или участков тепловой сети по некоторому критерию, например: потребители с превышением давления в обратной магистрали, тепловые камеры с закрытыми задвижками, узлы с располагаемым напором ниже заданного, участки с превышением заданной скорости потока, и т.п.);
- расстановка на схеме тепловой сети значков-стрелок, указывающих направление движения теплоносителя по подающей или обратной магистрали (данный режим позволяет анализировать движение теплоносителя по подающей или обратной магистрали);
- подпись на схеме тепловой сети значений расходов по участкам и давлений в узлах сети.

Параллельно работе с вышеописанным инструментарием проводится корректировка изначально введенных данных по шероховатости трубопроводов, значениям местных сопротивлений, состоянию ЗРА и т.п. с целью получения максимального соответствия параметров расчетной модели с фактическими параметрами систем теплоснабжения. Процесс калибровки - один из самых сложных процессов при разработке модели, в каждом отдельном случае производится с

помощью различных функций системы, описание которых не является целью данного отчета.

Данная составляющая работы (отладка и калибровка) выполнялась после завершения описания тепловых сетей и теплосетевых объектов в электронной модели системы теплоснабжения.

В дальнейшем разработанная электронная модель использована в качестве основного инструментария для разработки сценариев развития системы теплоснабжения.

Перечень объектов теплopotребления, подключенных к тепловым сетям существующих систем теплоснабжения в период, предшествующий разработки схемы теплоснабжения за 2025 г., представлен в таблице 13.1.

Таблица 13.1 – Перечень потребителей тепловой энергии, подключенных к существующим тепловым сетям за 2025 г.

Уникальный номер абонента в электронной модели	Адресная привязка	№ кадастрового квартала	Источник тепловой энергии	Номер тепловой камеры	Дата акта включения	Подключенная тепловая нагрузка отопления и вентиляции, Гкал/час	Подключенная среднечасовая тепловая нагрузка ГВС, Гкал/час	Подключенная суммарная тепловая нагрузка Гкал/час
33127	пгт Инской, пер.Сосновый, д.8	42:21:0503001	Беловская ГРЭС ТМ-1	ТК-11-34	19.02.2025	0,0097	0,0000	0,0097
33585	пгт Инской, мкр.Технологический, 37	42:21:0503004	Беловская ГРЭС ТМ-1	УТ-1-3А	29.12.2025	0,1170	0,0640	0,1810
33190	г.Белово, ул.Чкалова, 14Б	42:21:0109003	Беловская ГРЭС ТМ-3	ТК-39	27.11.2025	0,0390	0,0000	0,0390
19945	г.Белово, мкр.Сосновый, д.7	42:21:0114009	Беловская ГРЭС ТМ-3	ТК-10а	03.12.2025	0,2790	0,0457	0,3247
33570	г.Белово, ул.Цимлянская, 85А	42:21:0112021	Беловская ГРЭС ТМ-3	ТК-11Б/1	25.12.2025	0,0040	0,0000	0,0040
31353	г.Белово, 5мкр-н, з/у 3	42:21:0114001	Беловская ГРЭС ТМ-3	ТК-39А	29.12.2025	0,5000	0,0460	0,5460
33198	пгт Новый Городок, ул Киевская, з/у 40	42:21:0401022	Котельная № 11	ТК-131	12.12.2025	0,0746	0,0000	0,0746
33089	ул. Надежды, 2а	42:21:0501073	Беловская ГРЭС ТМ-1	ТМ-2-3	24.05.2025	0,0220	0,0000	0,0220
33578	ул. Ленина, 5/1	42:21:0103007	Беловская ГРЭС ТМ-3	ТК-56	23.07.2025	0,0942	0,0000	0,0942
33706	пгт Грамотеино, Кузнецкий тракт, здание 2	42:01:0114005	Котельная ООО «ТБК»	ТК-1	02.10.2025	0,9711	0,0000	0,9711
33706	пгт Грамотеино, ул. Кузнецкий Тракт, здание 2/6 (Производственный корпус № 2)	42:01:0114005	Котельная ООО «ТБК»	ТК-1	10.12.2025	2,2359	0,0000	2,2359
Всего за период						4,3465	0,1557	4,5022

Перечень объектов теплоснабжения, планируемых к подключению в следующую пятилетку за 2026-2030 гг. к тепловым сетям существующих систем теплоснабжения представлен в таблице 13.2.

Таблица 13.2 – Перечень потребителей тепловой энергии, планируемых к подключению в следующую пятилетку

Уникальный номер абонента в электронной модели	Адресная привязка	№ кадастрового квартала	Источник тепловой энергии	Год планируемого подключения	Подключенная тепловая нагрузка отопления и вентиляции, Гкал/час	Подключенная среднечасовая тепловая нагрузка ГВС, Гкал/час	Подключенная суммарная тепловая нагрузка Гкал/час
33759	Поликлиника, 5 микрорайон	42:21:0114001	БелГРЭС ТМ-3	2026	1,3741	0,3470	1,7211
33751	пгт Бачатский, ул. Комсомольская, 47 А	42:21:0603004	ПСХ-2	2026	0,4580	0,0086	0,4666
33854	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, пгт Инской, ул.Надежды, 2	42:21:0501073	БелГРЭС ТМ-1,2	2026	0,0220	0,0013	0,0233
33757	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, пгт Инской, ул.Фасадная, д.11 А	42:21:0501029	БелГРЭС ТМ-1,2	2026	0,0060	0,0000	0,0060
33766	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, ул. Козлова, дом 5	42:21:0109004	БелГРЭС ТМ-3	2026	0,0130	0,0000	0,0130
33803	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, ул. Октябрьская	42:21:0108014	БелГРЭС ТМ-3	2026	0,0724	0,0000	0,0724
33813	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, ул. Юности, 10 «Б»	42:21:0108006	БелГРЭС ТМ-3	2026	0,0090	0,0000	0,0090
33769	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, пгт Инской, ул.Липецкая, д.17	42:21:0501009	БелГРЭС ТМ-1,2	2026	0,0805	0,0000	0,0805
33844	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, ул. Железнодорожная	42:21:0106010	БелГРЭС ТМ-3	2026	0,0290	0,0000	0,0290
33804	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово	42:21:0401031	Котельная № 11	2026	0,0439	0,0000	0,0439
33814	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, ул. Дружбы, ул.Дружбы, д.23	42:21:0109024	БелГРЭС ТМ-3	2026	0,0157	0,0000	0,0157
33815	Кемеровская область - Кузбасс обл, Беловский р-н, Белово г, Октябрьская ул, 28а	42:21:0109023	БелГРЭС ТМ-3	2026	0,0700	0,0000	0,0700
33750	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, пгт Новый Городок, ул.Киевская, 40	42:21:0401022	Котельная № 11	2026	0,1371	0,0000	0,1371
33810	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, ул. Ленина, 1Б	42:21:0103007	БелГРЭС ТМ-3	2026	0,0942	0,0000	0,0942
31216	квартал «Сосновый», 11	42:21:0114009	БелГРЭС ТМ-3	2027	0,2570	0,2133	0,4703
31232	квартал «Сосновый», 10/1	42:21:0114009	БелГРЭС ТМ-3	2027	0,2755	0,2182	0,4937

Уникальный номер абонента в электронной модели	Адресная привязка	№ кадастрового квартала	Источник тепловой энергии	Год планируемого подключения	Подключенная тепловая нагрузка отопления и вентиляции, Гкал/час	Подключенная среднечасовая тепловая нагрузка ГВС, Гкал/час	Подключенная суммарная тепловая нагрузка Гкал/час
31224	квартал «Сосновый», 10/2	42:21:0114009	БелГРЭС ТМ-3	2027	0,2755	0,2182	0,4937
33816	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, ул. Октябрьская	42:21:0109032	БелГРЭС ТМ-3	2027	0,0490	0,0000	0,0490
33770	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, пгт Инской, ул.Приморская, д.13	42:21:0501005	БелГРЭС ТМ-1,2	2027	0,0490	0,0000	0,0490
33760	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, мкр 3-й, д.6В	42:21:0110036	БелГРЭС ТМ-3	2027	0,0063	0,0000	0,0063
33767	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, ул. Кемеровская, д 1а	42:21:0110002	БелГРЭС ТМ-3	2027	0,2530	0,0000	0,2530
33768	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, пгт Инской, мкр.Технологический, 2	42:21:0503001	БелГРЭС ТМ-1,2	2027	0,1870	0,0000	0,1870
33843	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, ул. Железнодорожная, д.64	42:21:0106011	БелГРЭС ТМ-3	2027	0,0229	0,0000	0,0229
33771	Кемеровская область - Кузбасс, г. Белово, пгт Инской, ул.Липецкая, 17	42:21:0501009	БелГРЭС ТМ-1,2	2027	0,0162	0,0000	0,0162
31162	квартал «Сосновый», школа на 1110 учащихся	42:21:0114009	БелГРЭС ТМ-3	2028	1,0213	0,2863	1,3076
31312	квартал «Сосновый», Детский сад на 190 мест	42:21:0114009	БелГРЭС ТМ-3	2028	0,3200	0,1338	0,4538
33781	5-6 микрорайон, ЗАГС	42:21:0114001	БелГРЭС ТМ-3	2028	0,3517	0,0915	0,4432
31234	квартал «Сосновый», 9/1	42:21:0114009	БелГРЭС ТМ-3	2029	0,1746	0,1154	0,2901
31230	квартал «Сосновый», 9/2	42:21:0114009	БелГРЭС ТМ-3	2029	0,1937	0,1283	0,3220
31302	квартал «Сосновый», 16Д	42:21:0114009	БелГРЭС ТМ-3	2030	0,2755	0,2182	0,4937
31284	квартал «Сосновый», 16/2	42:21:0114009	БелГРЭС ТМ-3	2030	0,1837	0,1455	0,3292
31304	квартал «Сосновый», 17Д	42:21:0114009	БелГРЭС ТМ-3	2030	0,2755	0,2182	0,4937
Всего за период					6,6123	2,3438	8,9562

Сопоставление результатов расчета гидравлического режима работы тепловых сетей от Беловской ГРЭС с фактическими параметрами за 2025 год в определенных реперных узлах системы теплоснабжения представлены в таблице 13.3.

Таблица 13.3 – Результаты калибровки электронной модели системы теплоснабжения на актуализируемый период

Источник тепловой энергии, магистральный вывод	Параметры гидравлических режимов работы				Погрешность м/д расходом, полученным в эл. модели, и фактическим расходом теплоносителя в трубопроводе (%)
	по данным фактического режима работы в отопительный период 2025 г.		по результатам выполненной калибровки электронной модели системы теплоснабжения		
	Давление в подающем/обратном трубопроводах, (м вод. ст. / м вод. ст.)	Расход теплоносителя в подающем / обратном трубопроводах, (т/ч / т/ч)	Давление в подающем/обратном трубопроводах, (м вод. ст. / м вод. ст.)	Расход теплоносителя в подающем / обратном трубопроводах, (т/ч / т/ч)	
Беловская ГРЭС					
БелГРЭС (ТМ-1)	65,8 / 25,5	768,1 / -748,8	68,9 / 22,1	795,5 / -764,7	2,8
БелГРЭС (ТМ-2)	64 / 30,8	442 / -417,6	66,8 / 24,4	444 / -414	-0,2
БелГРЭС (ТМ-3)	144 / 19	2766 / -2744,7	144,2 / 18,8	2770,6 / -2633,9	-2,0

14. Результаты расчетов гидравлических режимов работы системы теплоснабжения

Результаты расчетов гидравлических режимов работы систем теплоснабжения Беловского городского округа по результатам калибровки электронной модели систем теплоснабжения на разрабатываемый период представлены в электронной модели на базе ГИС Zulu ПРК ZuluThermo.

По результатам расчета гидравлических режимов работы системы теплоснабжения пгт Инской от Беловской ГРЭС (ТМ-1 и ТМ-2) и г. Белово от Беловской ГРЭС (ТМ-3) трубопроводы тепловых сетей при существующих тепловых нагрузках и фактических расходах сетевой воды не имеют дефицита по пропускной способности.

Пьезометрические графики до характерных потребителей системы теплоснабжения Беловского городского округа от Беловской ГРЭС представлены на рисунках 14.1 – 14.6.

По результатам расчета гидравлических режимов работы систем теплоснабжения г. Белово от котельных ООО «Теплоэнергетик» трубопроводы тепловых сетей при существующих тепловых нагрузках и фактических расходах сетевой воды не имеют дефицита по пропускной способности.

Пьезометрические графики до характерных потребителей систем теплоснабжения Беловского городского округа от котельных ООО «Теплоэнергетик» представлены на рисунках 14.6 – 14.22.

По результатам расчета гидравлических режимов работы системы теплоснабжения пгт Бачатский от котельной ПСХ-2 трубопроводы тепловых сетей при существующих тепловых нагрузках и фактических расходах сетевой воды не имеют дефицита по пропускной способности.

Пьезометрический график до характерных потребителей системы теплоснабжения Беловского городского округа от котельной ПСХ-2 представлен на рисунках 14.23 – 14.24.

По результатам расчета гидравлических режимов работы системы теплоснабжения пгт Грамотеино от котельной ООО «ТБК» трубопроводы тепловых сетей при существующих тепловых нагрузках и фактических расходах сетевой воды не имеют дефицита по пропускной способности.

Пьезометрический график до характерных потребителей системы теплоснабжения Беловского городского округа от котельной ООО «ТБК» представлен на рисунках 14.25 – 14.26.



Рисунок 14.1 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 1) - ул. Тобольская, 13а

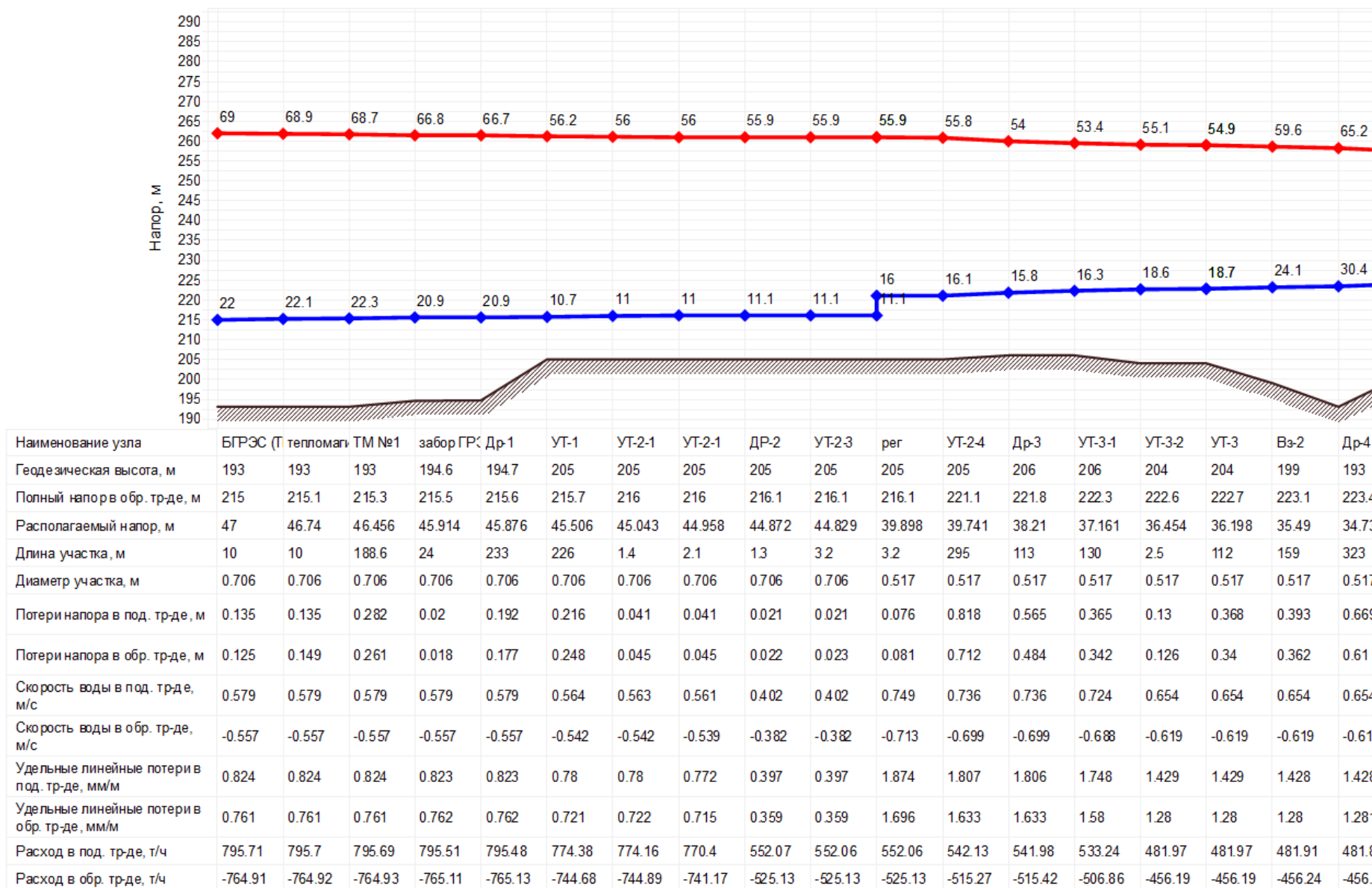
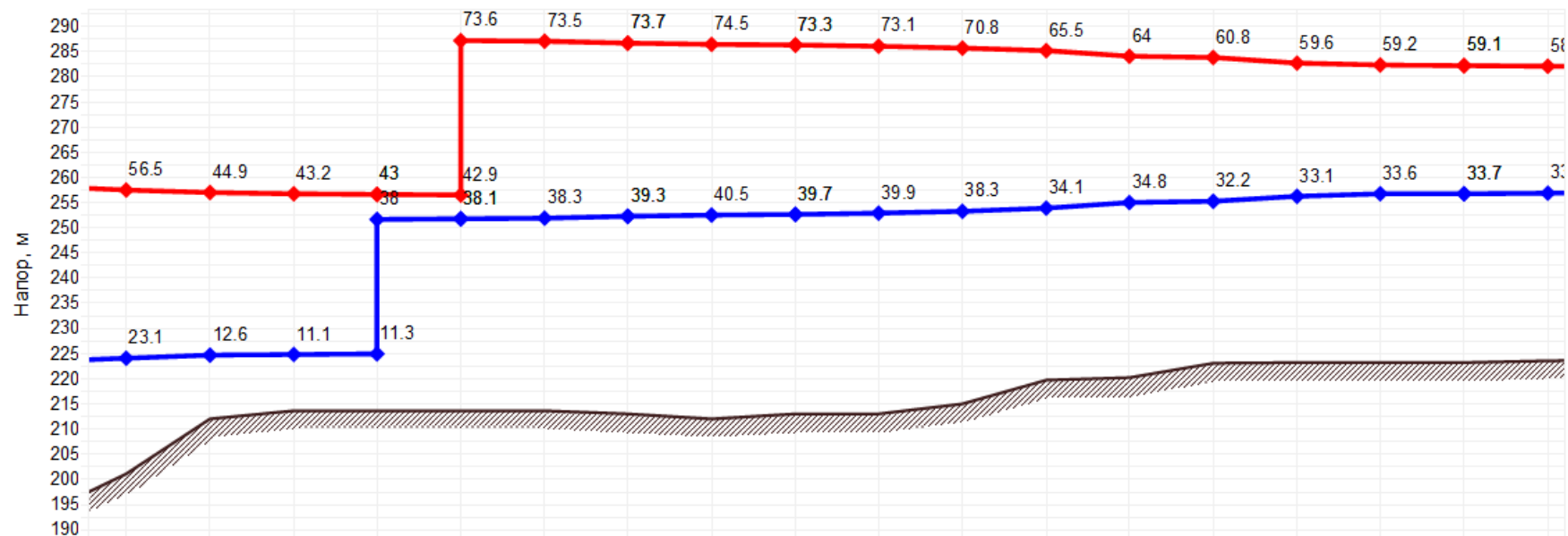


Рисунок 14.2 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловской ГРЭС по направлению
Беловская ГРЭС (магистраль № 1) - ул. Тобольская, 13а



Наименование узла	УТ-4-1	УТ-4-2	Вз-3	ПНС-25	ПНС-25	ПНС-25 в	УТ-4-3/1	УТ-4-3/2	УТ-4-3	УТ-4	УТ-5	ТК-А	ТК-Г	ТК-В	ТК-Б	ТК-91	повороты Т	
Геодезическая высота, м	201	212	213.6	213.6	213.6	213.6	213	212	213	213	215	219.7	220.1	223	223.1	223.1	223.1	2
Полный напор в обр. тр-де, м	224.1	224.6	224.7	224.9	251.7	251.9	252.3	252.5	252.7	252.9	253.3	253.8	254.9	255.2	256.2	256.7	256.8	2
Располагаемый напор, м	33.456	32.339	32.026	5.027	4.78	35.141	34.412	34.046	33.687	33.204	32.5	31.34	29.123	28.588	26.506	25.617	25.465	2
Длина участка, м	300	48	13	1	1	52	1	1	18	96	122.5	210	36	209.5	20	0.5	13.5	1
Диаметр участка, м	0.517	0.517	0.517	0.517	0.517	0.517	0.517	0.517	0.517	0.517	0.468	0.359	0.359	0.359	0.309	0.309	0.309	0
Потери напора в под. тр-де, м	0.583	0.16	0.143	0.126	0.172	0.363	0.175	0.172	0.235	0.355	0.586	1.114	0.264	1.059	0.438	0.073	0.104	0
Потери напора в обр. тр-де, м	0.533	0.153	0.137	0.122	0.187	0.366	0.191	0.187	0.247	0.349	0.574	1.103	0.271	1.023	0.451	0.079	0.107	0
Скорость воды в под. тр-де, м/с	0.654	0.646	0.646	0.646	1.062	1.062	1.062	1.062	1.062	0.758	0.925	0.989	0.94	0.917	1.237	0.645	0.645	0
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-0.62	-0.612	-0.612	-0.612	-1.028	-1.028	-1.028	-1.028	-1.028	-0.737	-0.9	-0.964	-0.916	-0.892	-1.205	-0.625	-0.625	-0
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	1.427	1.394	1.394	1.394	3.646	3.743	3.742	3.742	3.742	1.91	3.22	4.726	4.269	4.056	8.582	2.334	2.334	2
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	1.282	1.252	1.252	1.252	3.509	3.509	3.51	3.51	3.51	1.806	3.045	4.484	4.052	3.846	8.142	2.191	2.191	2
Расход в под. тр-де, т/ч	481.67	476.06	476.04	476.03	782.35	782.35	782.32	782.32	782.32	558.74	558.7	351.55	334.11	325.65	325.6	169.68	169.68	1
Расход в обр. тр-де, т/ч	-456.49	-451.23	-451.25	-451.26	-757.58	-757.58	-757.6	-757.6	-757.6	-543.27	-543.32	-342.42	-325.47	-317.09	-317.14	-164.4	-164.4	-1

**Рисунок 14.2 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловской ГРЭС по направлению
Беловская ГРЭС (магистраль № 1) - ул. Тобольская, 13а (продолжение)**

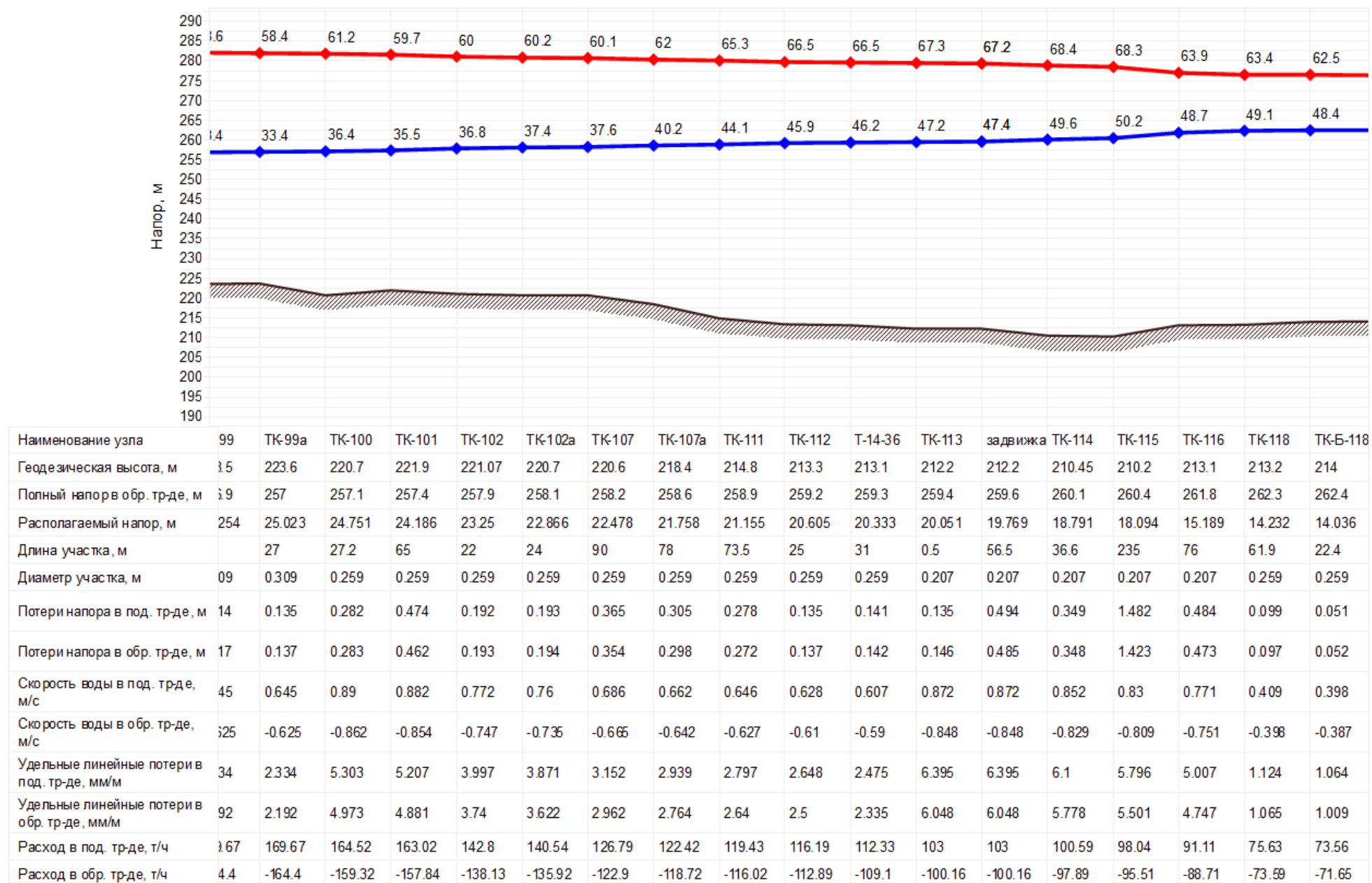
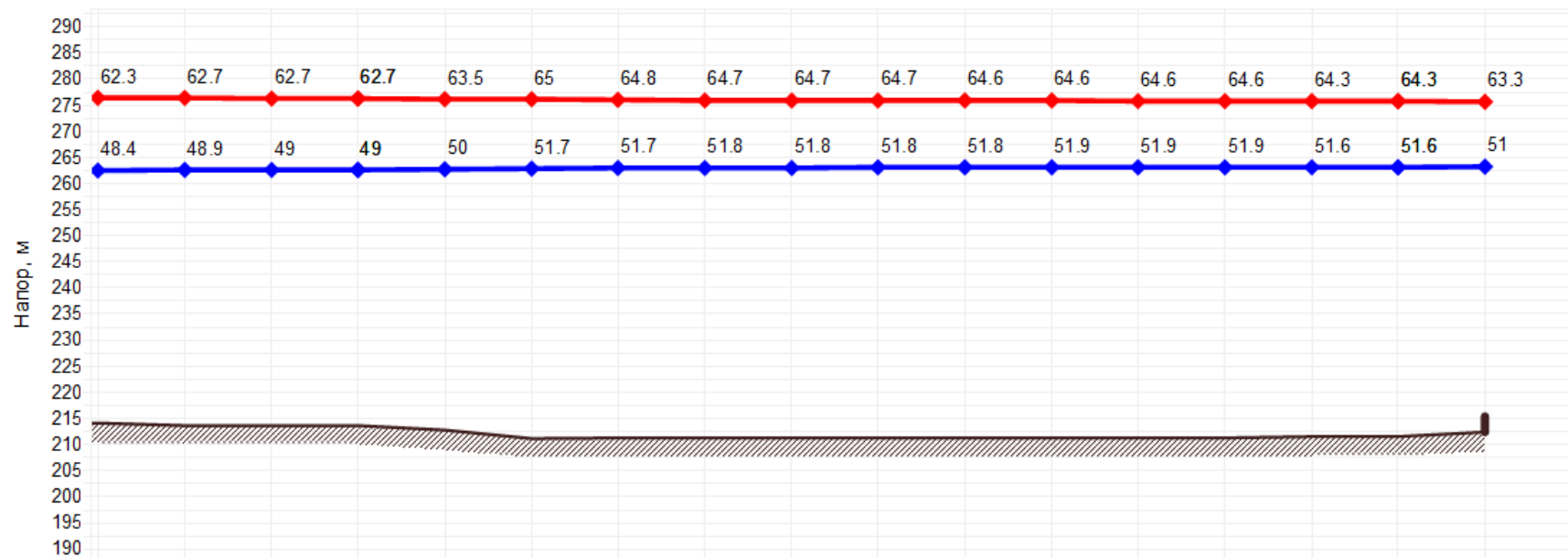


Рисунок 14.2 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 1) - ул. Тобольская, 13а (продолжение)



Наименование узла	TK-120	перемычка TK-120a	вварн ста ТГ-1	TK-120b	ТГ-3	ТГ-4	ТГ-5	ТГ-13	ТГ-6	ТГ-7	ТГ-7a	ТГ-8	TK-Г-9	вентиль	ж/д ул. Тс
Геодезическая высота, м	214.1	213.6	213.6	213.6	212.7	211.1	211.2	211.2	211.2	211.2	211.2	211.2	211.5	211.5	212.3
Полный напор в обр. тр-де, м	262.5	262.5	262.6	262.6	262.7	262.8	262.9	263	263	263	263.1	263.1	263.1	263.1	263.3
Располагаемый напор, м	13.932	13.789	13.699	13.637	13.467	13.322	13.045	12.978	12.898	12.841	12.814	12.768	12.718	12.699	12.661
Длина участка, м	13.5	0.1	0.5	39.5	34	42.7	22.1	36.3	29	11.5	37	56	11.5	20.5	0.1
Диаметр участка, м	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.033	0.033
Потери напора в под. тр-де, м	0.071	0.043	0.03	0.085	0.072	0.14	0.034	0.041	0.029	0.013	0.023	0.026	0.005	0.004	0.018
Потери напора в обр. тр-де, м	0.073	0.047	0.033	0.085	0.073	0.137	0.033	0.039	0.028	0.013	0.022	0.025	0.005	0.004	0.019
Скорость воды в под. тр-де, м/с	0.496	0.496	0.409	0.409	0.395	0.389	0.245	0.223	0.204	0.188	0.166	0.148	0.118	0.086	0.32
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-0.483	-0.483	-0.4	-0.4	-0.387	-0.38	-0.235	-0.216	-0.198	-0.183	-0.161	-0.143	-0.114	-0.082	-0.307
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	2.072	2.072	1.415	1.415	1.32	2.665	1.062	0.888	0.744	0.632	0.494	0.394	0.252	0.136	5.586
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	1.97	1.97	1.353	1.353	1.265	2.536	0.985	0.829	0.701	0.596	0.465	0.37	0.236	0.126	5.123
Расход в под. тр-де, т/ч	58.55	58.54	48.35	48.35	46.69	10.73	6.74	6.16	5.63	5.18	4.57	4.08	3.24	2.36	0.96
Расход в обр. тр-де, т/ч	-57.09	-57.09	-47.28	-47.28	-45.71	-10.47	-6.49	-5.95	-5.46	-5.03	-4.44	-3.95	-3.14	-2.27	-0.92

Рисунок 14.2 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 1) - ул. Тобольская, 13а (продолжение)

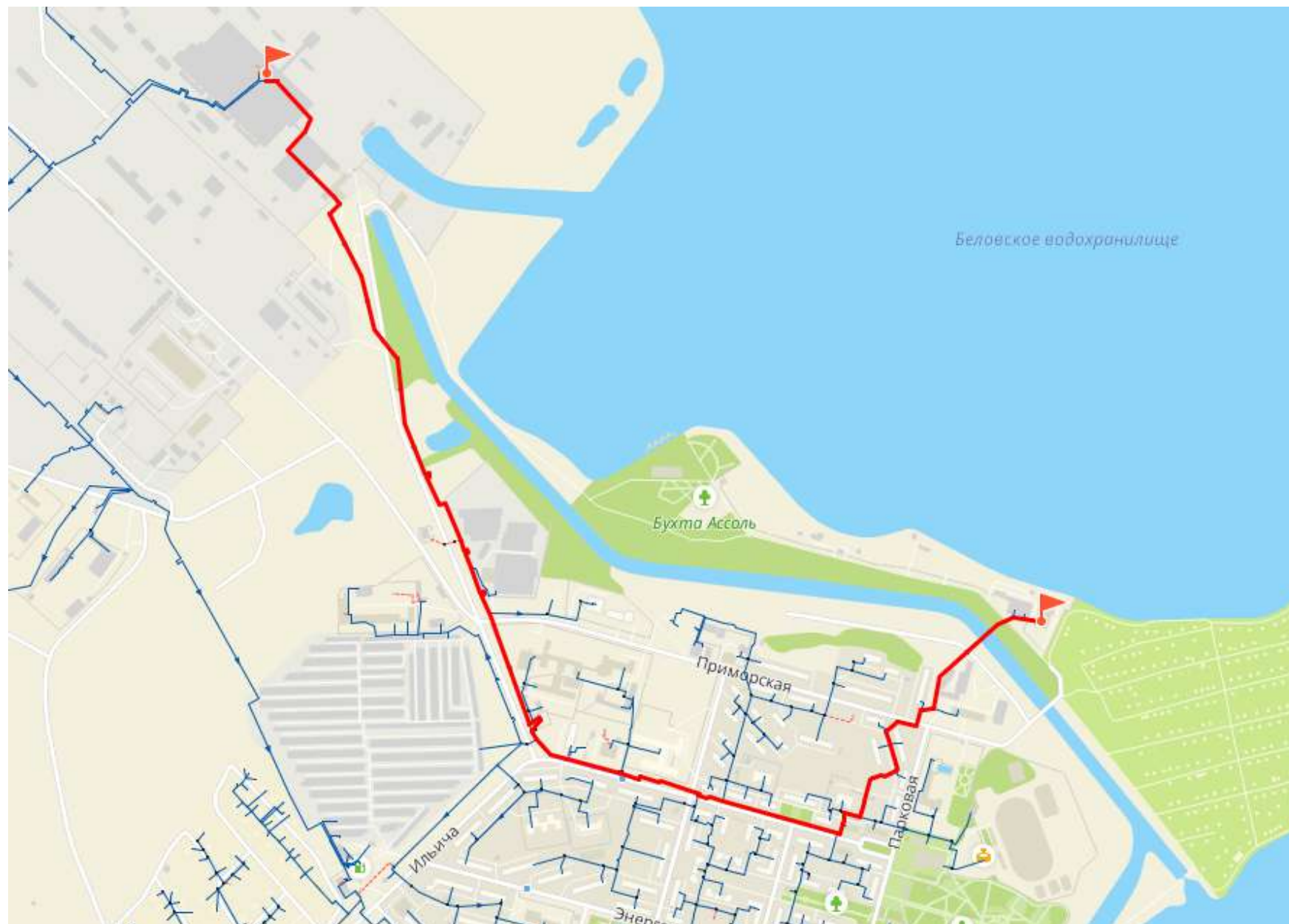
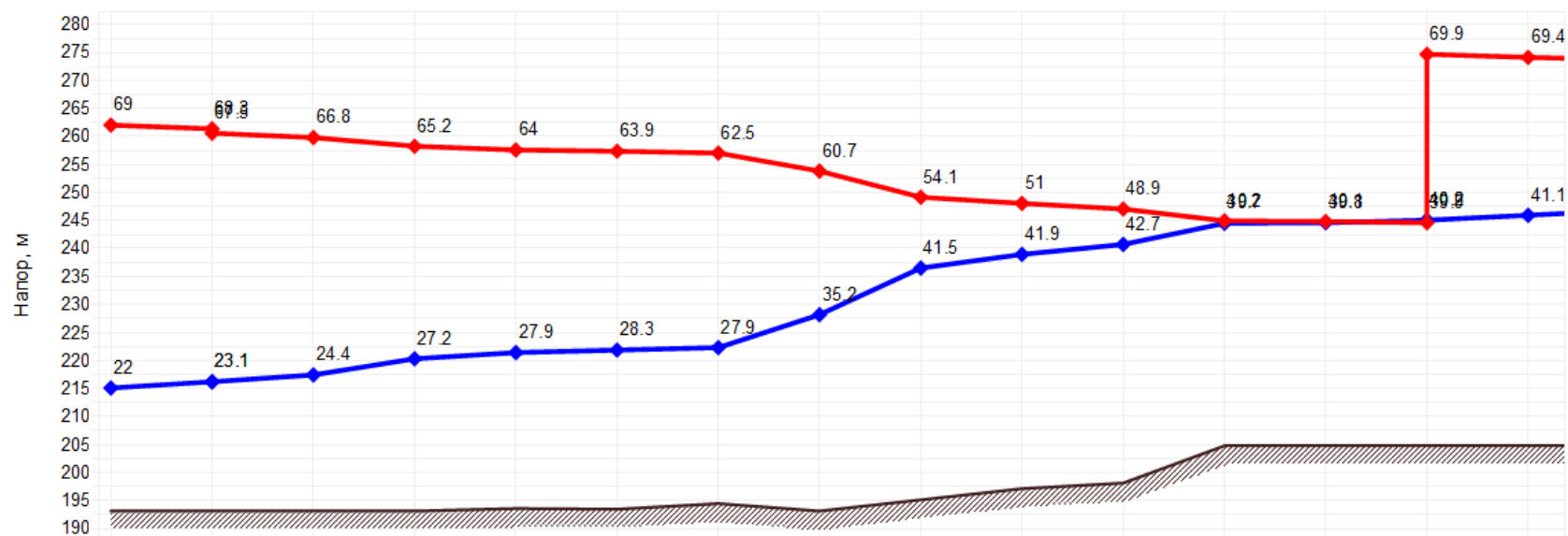


Рисунок 14.3 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 2) - «МАУ ФОРЦ»



Наименование узла	БГРЭС (ТМ-пер	ТМ №2	выход из по	забор БГРЭС	T-0-1	ТК-0	ТК-1-0	T-1-1a	T-1-1	ТК-1	ТК-2	ПНС-23	ТК-2	
Геодезическая высота, м	193	193	193	193	193.5	193.4	194.4	193	195	197	198	204.7	204.7	204.7
Полный напор в обр. тр-де, м	215	216.1	217.4	220.2	221.4	221.7	222.3	228.2	236.5	238.9	240.7	244.4	244.5	244.9
Располагаемый напор, м	47	44.43	42.391	37.947	36.132	35.56	34.639	25.539	12.654	9.098	6.262	0.459	0.259	-0.35
Длина участка, м	10	20	155	55	16.6	25	344	463.9	85	114	254	1	18.2	14
Диаметр участка, м	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359
Потери напора в под. тр-де, м	0.68	0.771	1.58	0.653	0.227	0.381	3.211	4.565	1.179	1.018	2.07	0.069	0.224	0.496
Потери напора в обр. тр-де, м	1.101	1.268	2.864	1.162	0.346	0.539	5.889	8.319	2.377	1.818	3.734	0.131	0.388	0.895
Скорость воды в под. тр-де, м/с	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.249	1.249	1.128	1.117	1.116	1.116	1.869
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-1.573	-1.573	-1.573	-1.573	-1.573	-1.573	-1.573	-1.574	-1.574	-1.416	-1.403	-1.403	-1.403	-2.419
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	7.538	7.537	7.537	7.536	7.483	7.535	7.535	7.532	7.528	6.146	6.018	6.016	6.016	16.849
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	13.875	13.876	13.876	13.878	11.189	13.879	13.879	13.883	13.889	11.25	11.031	11.034	11.034	32.78
Расход в под. тр-де, т/ч	444.04	444.04	444.03	444	443.98	443.98	443.97	443.89	443.77	400.94	396.74	396.67	396.67	664.05
Расход в обр. тр-де, т/ч	-414.09	-414.09	-414.09	-414.12	-414.13	-414.13	-414.14	-414.2	-414.29	-372.83	-369.19	-369.23	-369.23	-636.62

Рисунок 14.4 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 2) - «МАУ ФОРЦ»

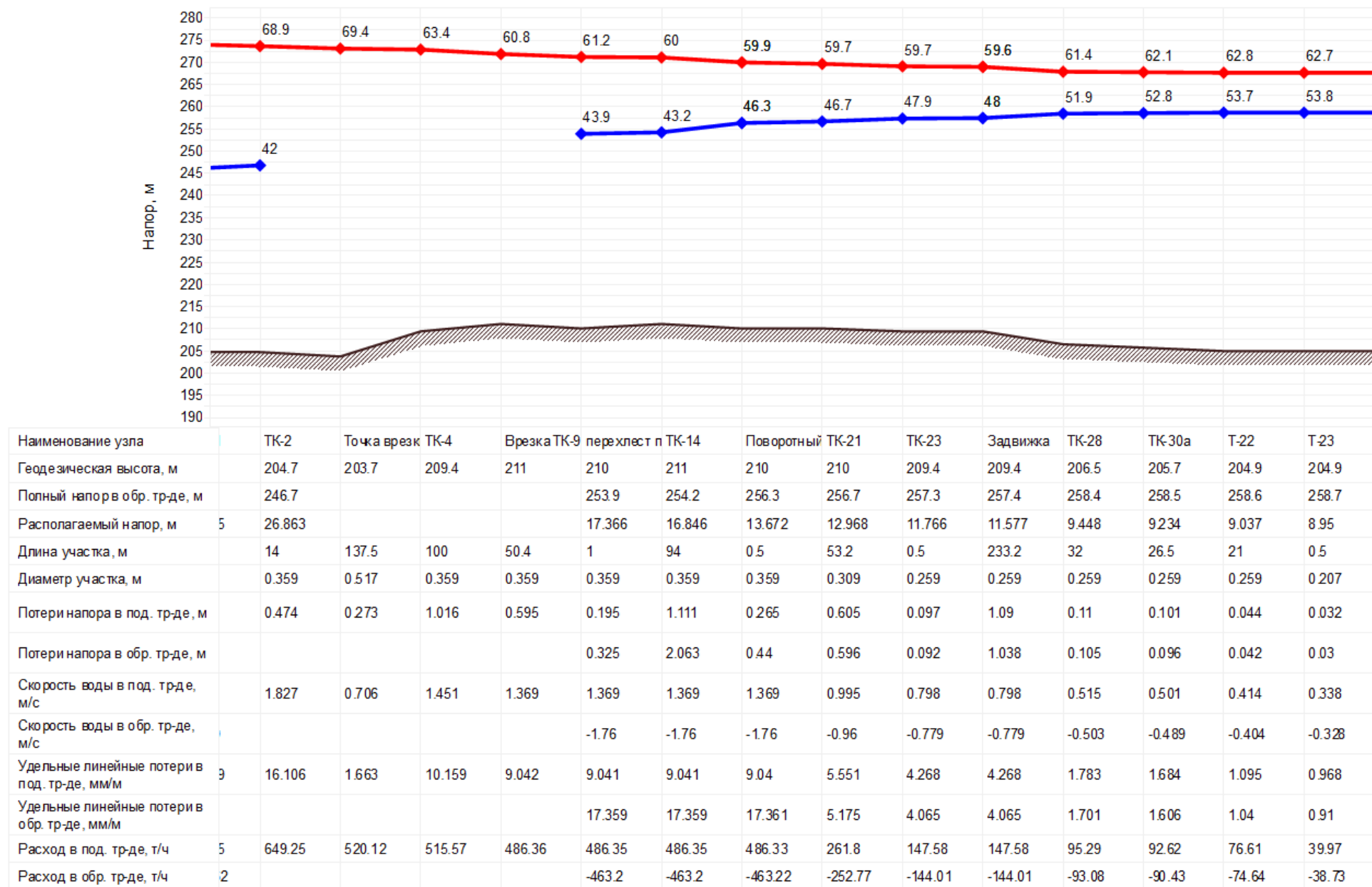


Рисунок 14.4 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 2) - «МАУ ФОРЦ» (продолжение)

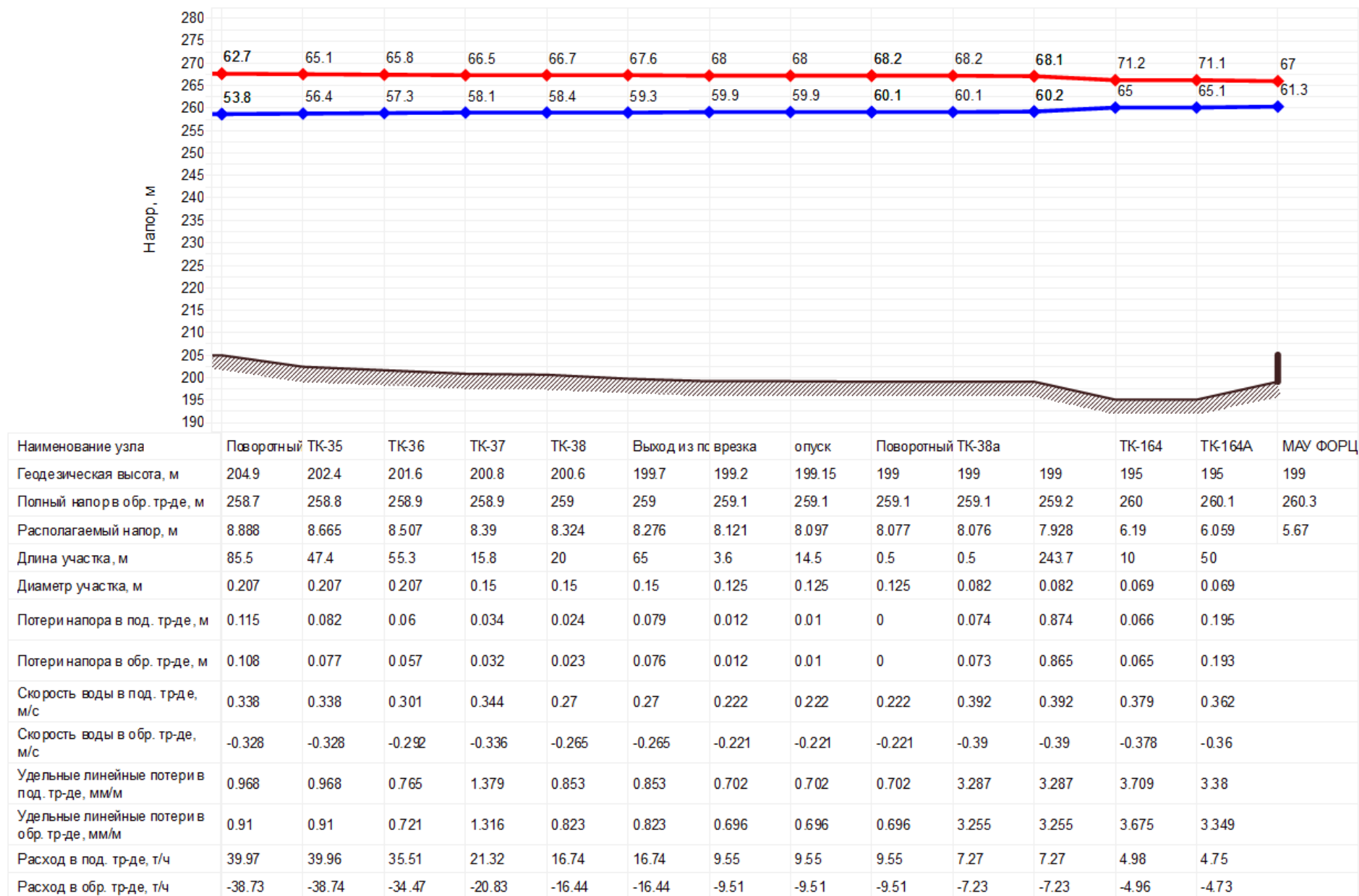


Рисунок 14.4 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 2) - «МАУ ФОРЦ» (продолжение)

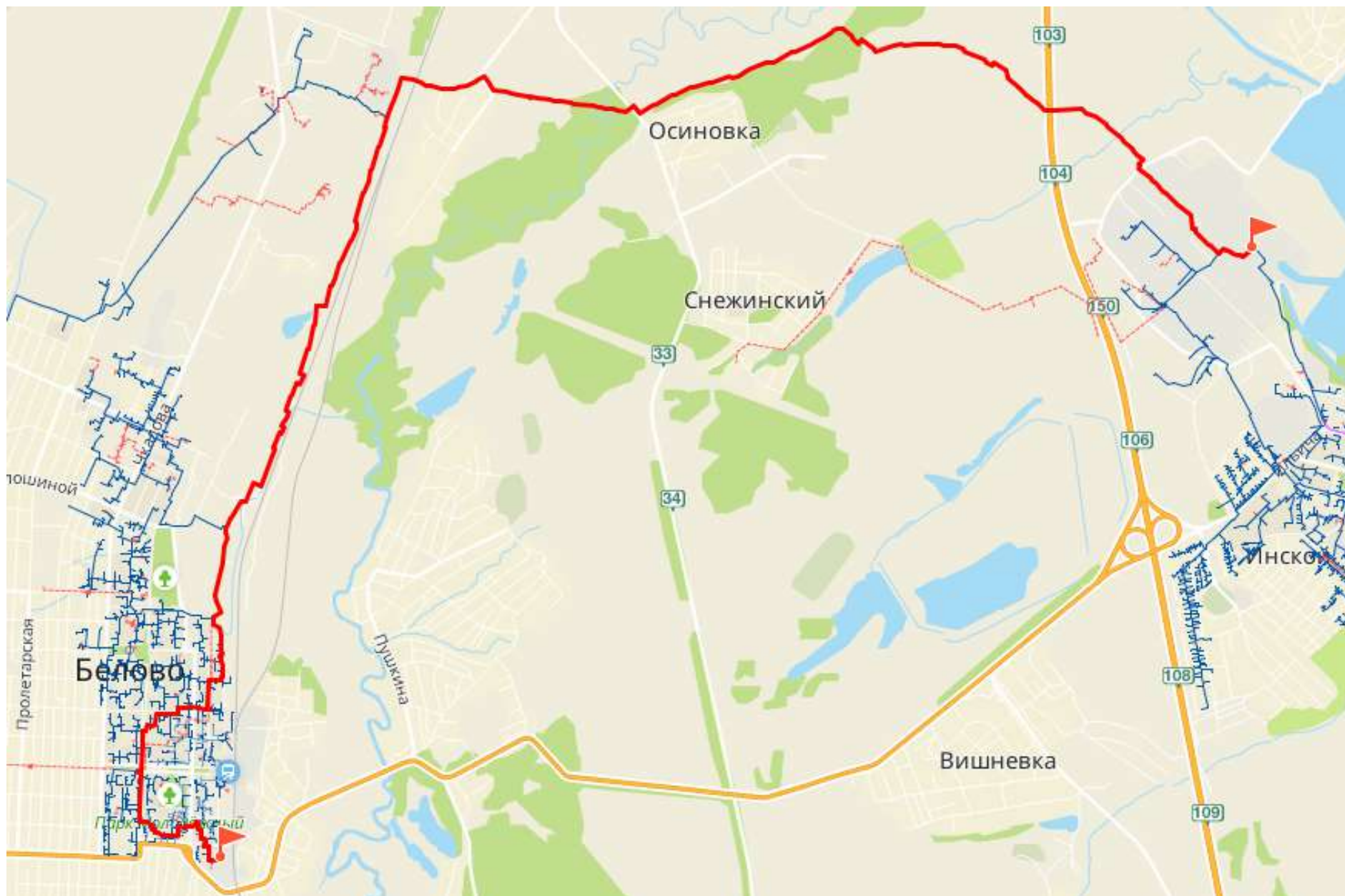
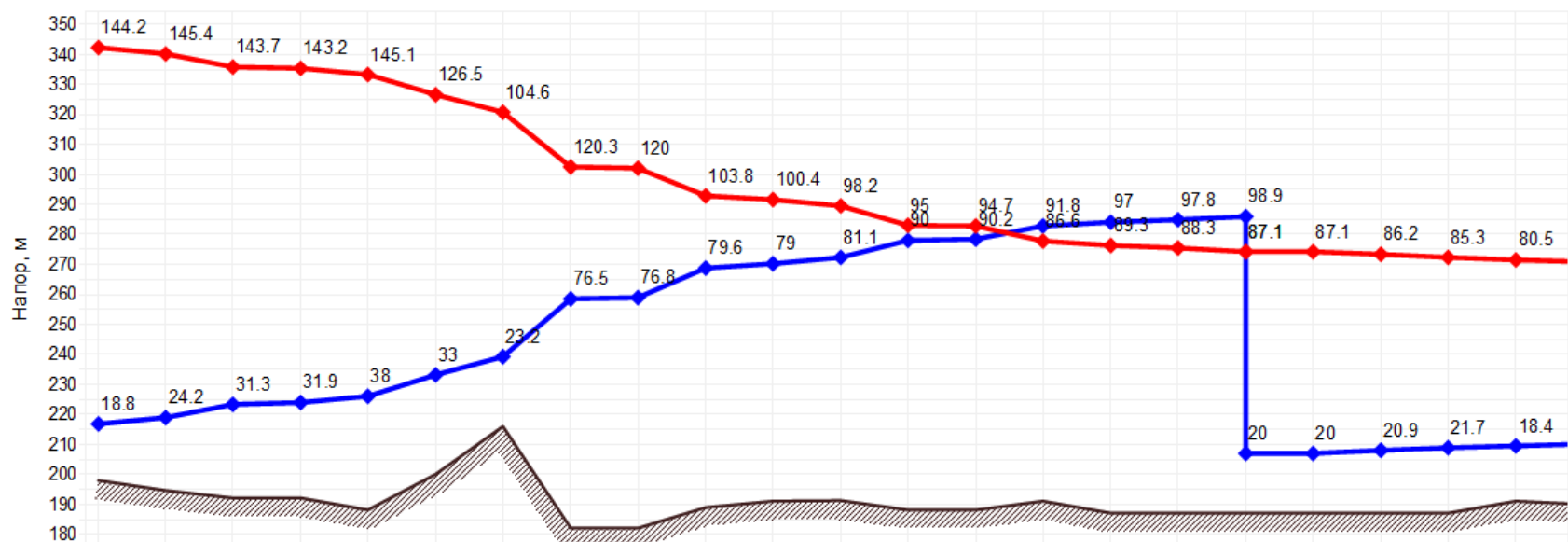
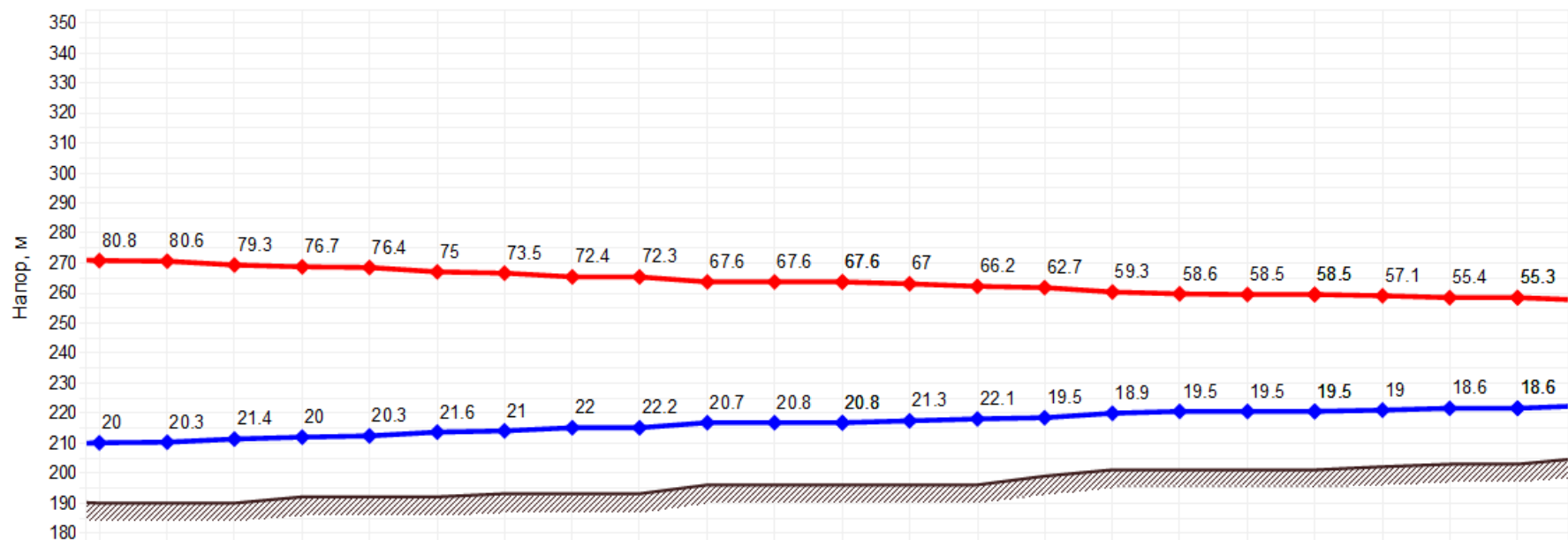


Рисунок 14.5 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловской ГРЭС по направлению
Беловская ГРЭС (магистраль № 3) - ул. Железнодорожная, 53/1



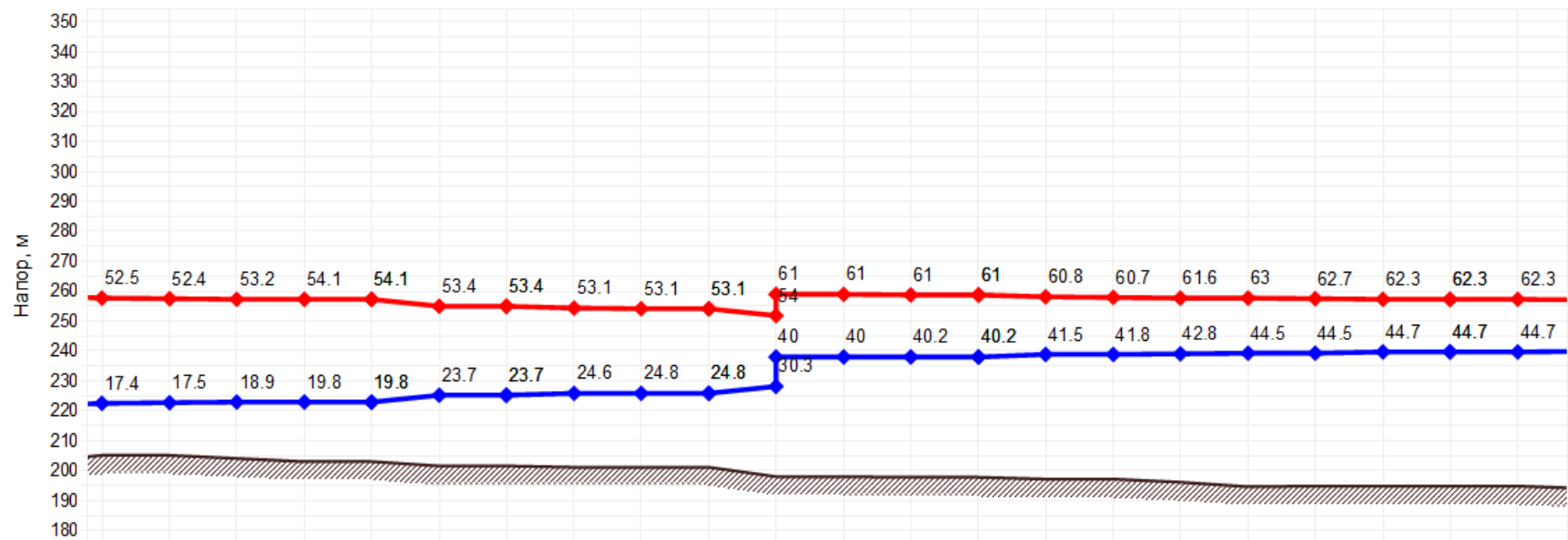
Наименование узла	БГРЭС	забор Г	ТК-1	ТК-2	УТ-4	УТ-5	УТ-8	УТ-12	УТ-13	УТ-15	УТ-16	КСЗ-10	ТК-3	ТК-4	Н-14	ТК-5	ТК-6	ПНС-1 (к ЦТП)	ТК-9	ТК-10	УТЗ (ПНС-2)	
Геодезическая высота, м	198	194.6	192	192	188	200	216	182	182	189	191	191.12	188	188	191	187	187	187	187	187	191	
Полный напор в обр. тр-де, м	216.8	218.8	223.3	223.9	226	233	239.2	258.5	258.8	268.6	270	272.2	278	278.2	282.8	284	284.8	207	207	207.9	208.7	209.4
Располагаемый напор, м	125.4	121.193	112.393	111.269	107.139	93.528	81.407	43.88	43.158	24.141	21.385	17.13	4.975	4.489	-5.125	-7.709	-9.493	67.133	67.125	65.292	63.549	62.051
Длина участка, м	350	650	83.1	305	1005.2	895.1	2771.4	53.3	1404.3	203.4	314.2	1468.5	58.8	1161.5	312.3	215.5	276	1	297.8	283.2	242.7	300
Диаметр участка, м	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702
Потери напора в под. тр-де, м	2.209	4.291	0.548	2.013	6.632	5.901	18.259	0.351	9.234	1.337	2.064	6.411	0.256	5.063	1.36	0.938	1.201	0.004	0.963	0.915	0.784	0.65
Потери напора в обр. тр-де, м	1.997	4.509	0.577	2.117	6.98	6.219	19.269	0.371	9.783	1.419	2.191	5.744	0.23	4.551	1.225	0.846	1.083	0.004	0.87	0.828	0.709	0.599
Скорость воды в под. тр-де, м/с	2.039	2.039	2.039	2.039	2.038	2.038	2.037	2.035	2.035	2.034	2.034	1.351	1.35	1.35	1.349	1.349	1.348	1.348	1.162	1.162	1.162	0.839
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-1.939	-1.939	-1.939	-1.94	-1.94	-1.94	-1.941	-1.943	-1.943	-1.944	-1.944	-1.278	-1.279	-1.279	-1.28	-1.28	-1.281	-1.281	-1.105	-1.105	-1.105	-0.805
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	6.312	6.602	6.599	6.598	6.597	6.592	6.588	6.576	6.576	6.569	6.569	3.638	3.633	3.632	3.628	3.627	3.626	3.625	2.694	2.693	2.692	1.667
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	5.706	6.938	6.941	6.942	6.943	6.948	6.953	6.966	6.967	6.974	6.975	3.259	3.265	3.265	3.269	3.27	3.271	3.272	2.434	2.435	2.436	1.536
Расход в под. тр-де, т/ч	2770.59	2770.26	2769.65	2769.57	2769.28	2768.33	2767.49	2764.88	2764.83	2763.5	2763.31	1834.94	1833.56	1833.5	1832.41	1832.11	1831.91	1831.65	1578.65	1578.37	1578.1	1139.7
Расход в обр. тр-де, т/ч	-2633.9	-2634.2	-2634.8	-2634.9	-2635.2	-2636.1	-2637.0	-2639.6	-2639.6	-2641.0	-2641.2	-1736.7	-1738.0	-1738.1	-1739.2	-1739.5	-1739.7	-1740	-1500.6	-1500.9	-1501.2	-1093.3

Рисунок 14.6 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 3) - ул. Железнодорожная, 53/1



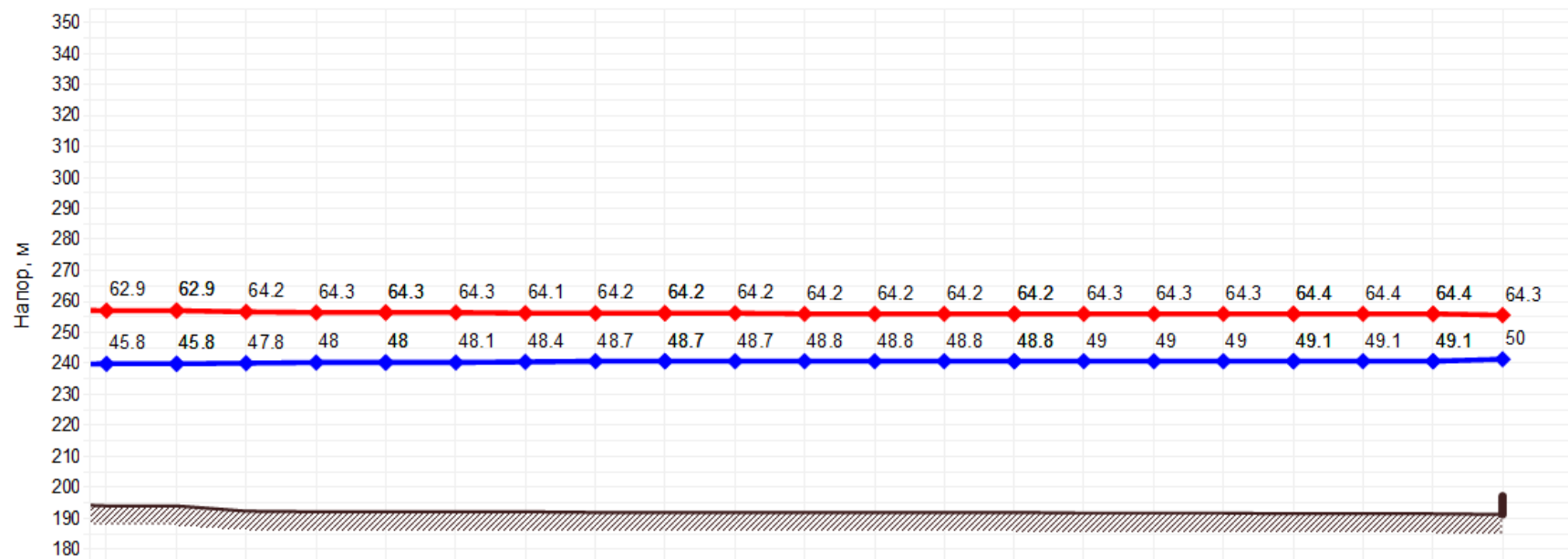
Наименование узла	уз. котл.	БТ-1	БТ-1а	вр.врез	БТ-2	г.В.3	БТ-4	БТ-4/1	БТ-4/2	УТ-11	БТ-5	дисков.	ТК-6	УТ-6а	ТК-7	ВК-5	ТС-20	ТК-7а	стальная	ТК-8	ТК-9	сталь
Геодезическая высота, м	190	190	190	192	192	192	193	193	193	196	196	196	196	196	199	201	201	201	201	202	203	203
Полный напор в обр. тр-де, м	210	210.3	211.4	212	212.3	213.6	214	215	215.2	216.7	216.8	216.8	217.3	218.1	218.5	219.9	220.5	220.5	220.5	221	221.6	221.6
Располагаемый напор, м	60.807	60.296	57.943	56.662	56.073	53.397	52.461	50.381	50.094	46.83	46.798	46.782	45.681	44.094	43.186	40.409	39.125	38.996	38.959	38.104	36.729	36.71
Длина участка, м	28	142	78.8	36.2	190	77	58	8	91	1	0.5	35	51.2	51.8	166.9	83.1	9	2.5	59.5	121	1.9	185
Диаметр участка, м	0.517	0.517	0.517	0.517	0.517	0.517	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414
Потери напора в под. тр-де, м	0.266	1.223	0.666	0.306	1.386	0.483	1.074	0.148	1.685	0.017	0.008	0.567	0.816	0.471	1.44	0.666	0.067	0.019	0.444	0.71	0.009	0.837
Потери напора в обр. тр-де, м	0.245	1.13	0.615	0.283	1.29	0.452	1.006	0.139	1.578	0.016	0.008	0.535	0.77	0.438	1.337	0.617	0.062	0.018	0.411	0.666	0.008	0.793
Скорость воды в под. тр-де, м/с	1.544	1.471	1.456	1.456	1.3	1.255	1.93	1.93	1.93	1.831	1.804	1.804	1.791	1.352	1.317	1.27	1.225	1.225	1.225	1.086	0.954	0.954
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-1.483	-1.414	-1.4	-1.4	-1.254	-1.215	-1.868	-1.868	-1.868	-1.775	-1.753	-1.753	-1.74	-1.303	-1.269	-1.222	-1.179	-1.179	-1.179	-1.052	-0.928	-0.928
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	7.914	7.177	7.039	7.039	5.613	5.232	15.433	15.433	15.433	13.884	13.491	13.491	13.293	7.573	7.189	6.685	6.223	6.223	6.223	4.889	3.772	3.772
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	7.301	6.632	6.507	6.507	5.223	4.896	14.454	14.454	14.455	13.061	12.728	12.728	12.541	7.037	6.674	6.192	5.758	5.758	5.758	4.585	3.572	3.572
Расход в под. тр-де, т/ч	1137.89	1083.57	1073.14	1073.1	958.2	925.1	911.92	911.9	911.9	864.93	852.57	852.57	846.31	638.68	622.28	600.02	578.92	578.91	578.91	513.09	450.6	450.6
Расход в обр. тр-де, т/ч	-1092.9	-1041.6	-1031.7	-1031.7	-924.3	-894.93	-882.5	-882.52	-882.52	-838.89	-828.12	-828.12	-822.01	-615.65	-599.56	-577.48	-556.86	-556.86	-556.86	-496.85	-438.5	-438.5

Рисунок 14.6 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 3) - ул. Железнодорожная, 53/1 (продолжение)



Наименование узла	ТК-9а	УТ-10	УТ-11	ТК-76	Задвиж	ТК-80	Задвиж	ТК-83	ТК-83а	Задвиж	ЦТП кв	УТ ЦТП	УТ-1	Затвор	УТ-2	УТ-3	УТ-4	УТ-4/1	УТ-11	УТ-5	Задвиж	УТ-12
Геодезическая высота, м	205	205	203.9	203	203	201.4	201.4	201.1	201	201	197.8	197.8	197.7	197.7	197.1	197	196.1	194.5	194.7	194.8	194.8	194.8
Полный напор в обр. тр-де, м	222.4	222.5	222.8	222.8	222.8	225.1	225.1	225.7	225.8	225.8	228.1	237.8	237.9	237.9	238.6	238.8	238.9	239.1	239.2	239.5	239.5	239.5
Располагаемый напор, м	35.081	34.905	34.348	34.317	34.308	29.67	29.662	28.575	28.282	28.269	23.73	20.971	20.733	20.724	19.277	18.913	18.743	18.468	18.182	17.573	17.567	17.55
Длина участка, м	20	60.9	4.1	0.5	233.5	0.5	69.5	20	0.5	169.5	0.7	10	0.5	79.5	20	10	70	20	43	0.5	1.5	40
Диаметр участка, м	0.414	0.414	0.414	0.309	0.309	0.309	0.309	0.309	0.259	0.259	0.309	0.309	0.309	0.309	0.309	0.309	0.414	0.309	0.309	0.309	0.309	0.309
Потери напора в под. тр-де, м	0.09	0.284	0.016	0.005	2.336	0.004	0.546	0.147	0.007	2.27	0.008	0.12	0.005	0.729	0.183	0.086	0.138	0.144	0.306	0.003	0.009	0.219
Потери напора в обр. тр-де, м	0.086	0.273	0.015	0.005	2.301	0.004	0.541	0.146	0.007	2.269	0.008	0.118	0.005	0.718	0.181	0.085	0.136	0.143	0.303	0.003	0.009	0.218
Скорость воды в под. тр-де, м/с	0.954	0.769	0.698	1.171	1.171	1.038	1.038	1.003	1.24	1.24	1.355	1.337	1.167	1.167	1.167	1.13	0.629	1.034	1.027	0.942	0.942	0.903
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-0.928	-0.754	-0.691	-1.163	-1.163	-1.033	-1.033	-1	-1.24	-1.24	-1.34	-1.324	-1.158	-1.158	-1.158	-1.121	-0.625	-1.029	-1.023	-0.938	-0.938	-0.895
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	3.771	2.451	2.022	7.696	7.696	6.045	6.045	5.65	10.302	10.302	10.291	10.03	7.639	7.639	7.638	7.16	1.644	5.996	5.921	4.975	4.975	4.572
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	3.573	2.357	1.98	7.582	7.582	5.99	5.99	5.605	10.298	10.298	10.074	9.823	7.526	7.526	7.526	7.053	1.62	5.946	5.872	4.933	4.933	4.533
Расход в под. тр-де, т/ч	450.54	363.14	329.79	308.32	308.32	273.22	273.22	264.13	229.4	229.4	356.58	352.03	307.17	307.17	307.16	297.37	297.37	272.12	270.42	247.84	247.84	237.5
Расход в обр. тр-де, т/ч	-438.56	-356.16	-326.37	-306.01	-306.01	-271.97	-271.97	-263.09	-229.35	-229.35	-362.79	-348.37	-304.89	-304.89	-304.9	-295.14	-295.14	-270.98	-269.29	-246.79	-246.79	-236.5

Рисунок 14.6 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 3) - ул. Железнодорожная, 53/1 (продолжение)



Наименование узла	УТ-12а	Задвиж	УТ-24	ТК-25	Задвиж	ТК-26	УТ-29	ТК-31	Задвиж	Врезка	Врезка	Перехо	ТК-32	Загвор	УТ-32а	УТ-33	УТ-33/1	Вентиль	УТ-34-1	Вентиль	ИП Лат
Геодезическая высота, м	193.9	193.9	192.3	192.1	192.1	192.1	192	191.8	191.8	191.8	191.8	191.8	191.8	191.8	191.6	191.6	191.6	191.5	191.5	191.5	191.1
Полный напор в обр. тр-де, м	239.7	239.7	240.1	240.1	240.1	240.2	240.4	240.5	240.5	240.5	240.6	240.6	240.6	240.6	240.6	240.6	240.6	240.6	240.6	240.6	241.1
Располагаемый напор, м	17.112	17.109	16.391	16.265	16.262	16.159	15.67	15.531	15.53	15.465	15.432	15.374	15.357	15.357	15.342	15.316	15.315	15.308	15.303	15.286	14.28
Длина участка, м	0.5	106.5	19	0.5	18.5	98	40	0.5	25.5	16	34	2	0.5	32	55	5.3	24	2	2	113	
Диаметр участка, м	0.309	0.309	0.309	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.1	0.05	0.05	
Потери напора в под. тр-де, м	0.002	0.36	0.064	0.001	0.052	0.246	0.07	0.001	0.032	0.017	0.029	0.008	0	0.008	0.013	0.001	0.003	0.002	0.009	0.504	
Потери напора в обр. тр-де, м	0.002	0.357	0.063	0.001	0.051	0.244	0.069	0.001	0.032	0.017	0.029	0.008	0	0.007	0.013	0.001	0.003	0.002	0.009	0.502	
Скорость воды в под. тр-де, м/с	0.709	0.709	0.705	0.525	0.525	0.498	0.415	0.353	0.353	0.324	0.289	0.55	0.129	0.129	0.129	0.1	0.1	0.225	0.322	0.322	
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-0.706	-0.706	-0.702	-0.523	-0.523	-0.496	-0.413	-0.352	-0.352	-0.322	-0.288	-0.548	-0.128	-0.128	-0.128	-0.099	-0.099	-0.223	-0.321	-0.321	
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	2.82	2.82	2.789	2.324	2.324	2.088	1.453	1.055	1.055	0.886	0.707	3.514	0.198	0.198	0.197	0.12	0.12	0.899	3.72	3.72	
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	2.797	2.797	2.767	2.305	2.305	2.071	1.441	1.047	1.047	0.88	0.701	3.488	0.194	0.194	0.194	0.118	0.118	0.884	3.702	3.702	
Расход в под. тр-де, т/ч	186.54	186.54	185.49	62.01	62.01	58.78	48.99	41.72	41.72	38.22	34.12	34.11	7.99	7.99	7.99	6.2	6.2	6.2	2.22	2.22	
Расход в обр. тр-де, т/ч	-185.75	-185.75	-184.75	-61.76	-61.76	-58.54	-48.79	-41.57	-41.57	-38.08	-33.99	-33.99	-7.92	-7.92	-7.93	-6.15	-6.15	-6.15	-2.21	-2.21	

Рисунок 14.6 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Беловской ГРЭС по направлению Беловская ГРЭС (магистраль № 3) - ул. Железнодорожная, 53/1 (продолжение)

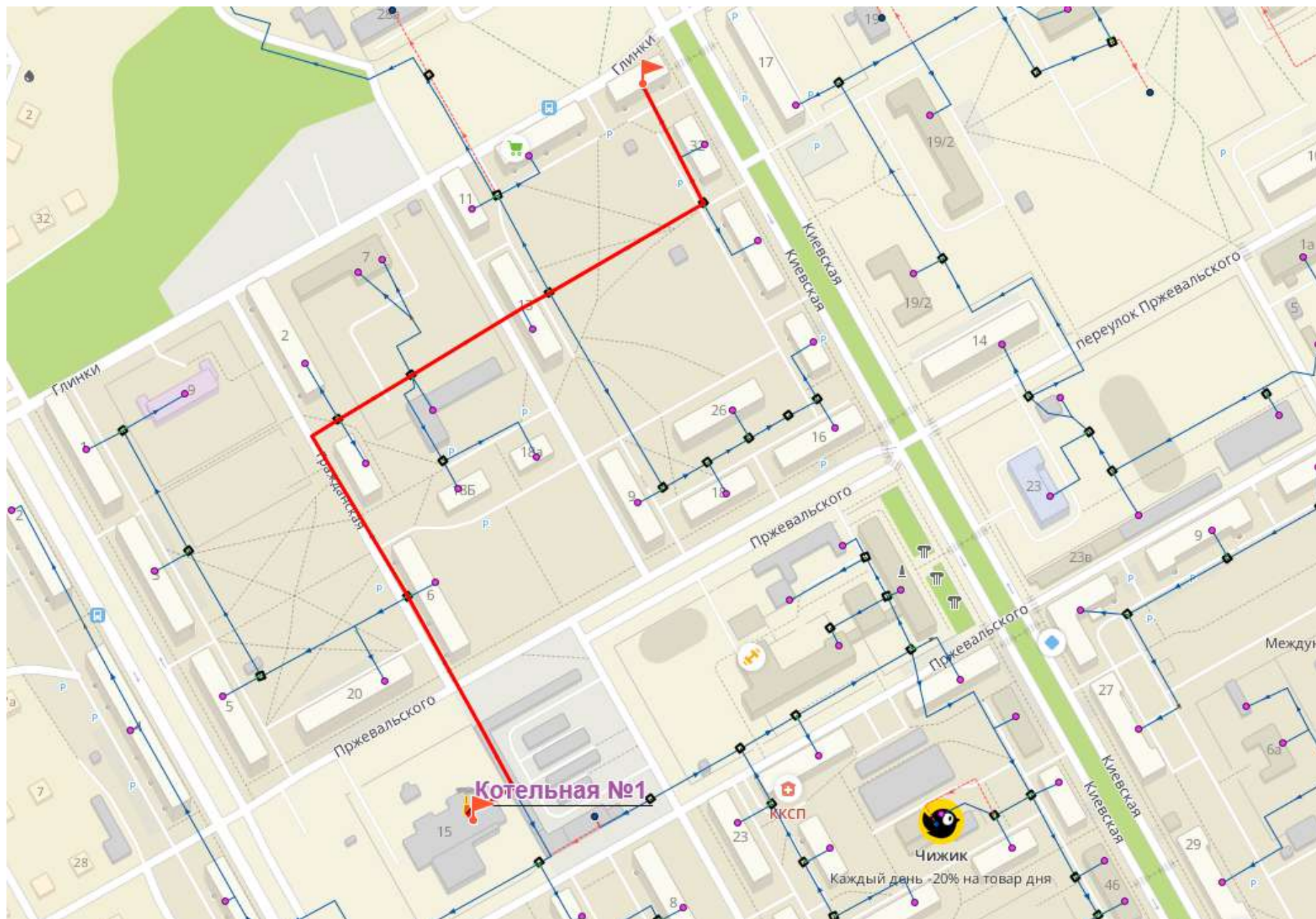


Рисунок 14.7 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной № 1 по направлению Котельная № 1 - ул. Глинки,3

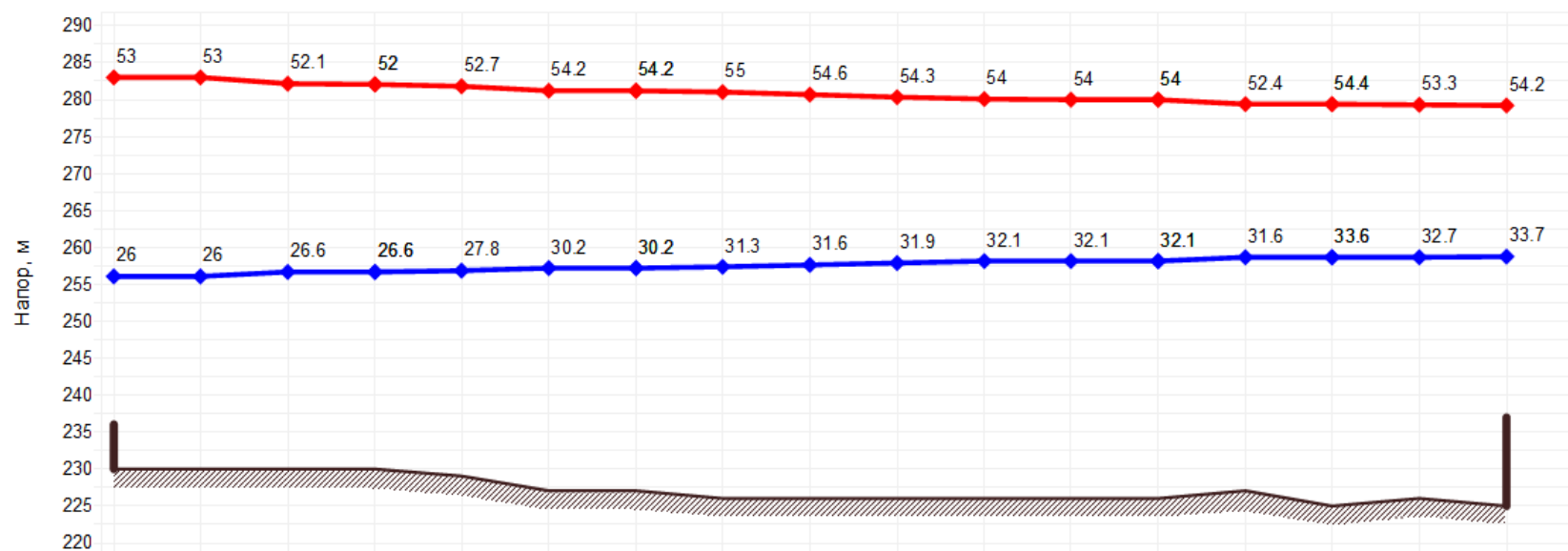


Рисунок 14.8 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной № 1 по направлению Котельная № 1 - ул. Глинки,3

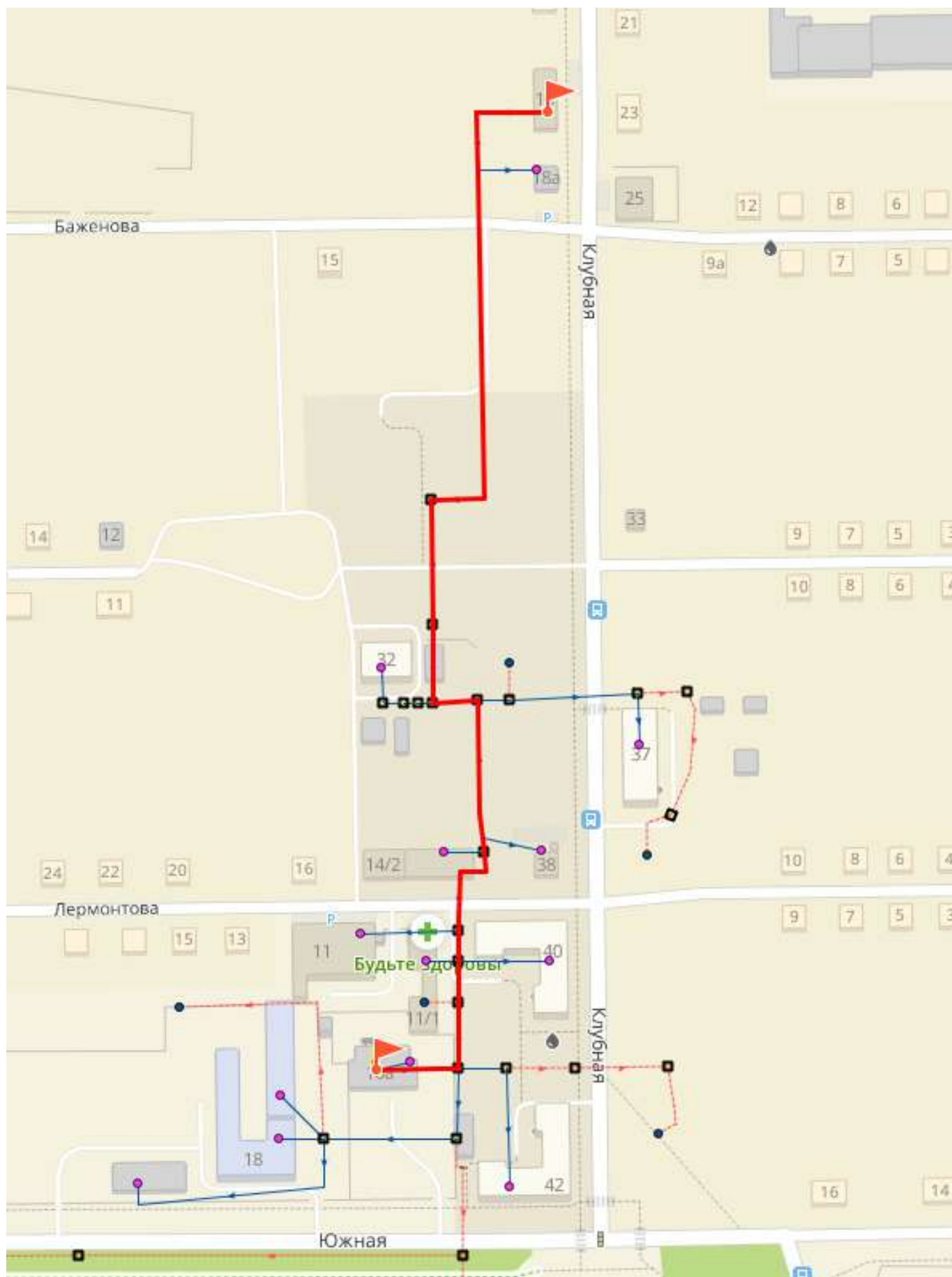


Рисунок 14.9 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной № 5 по направлению Котельная № 5 - ул. Клубная, 18

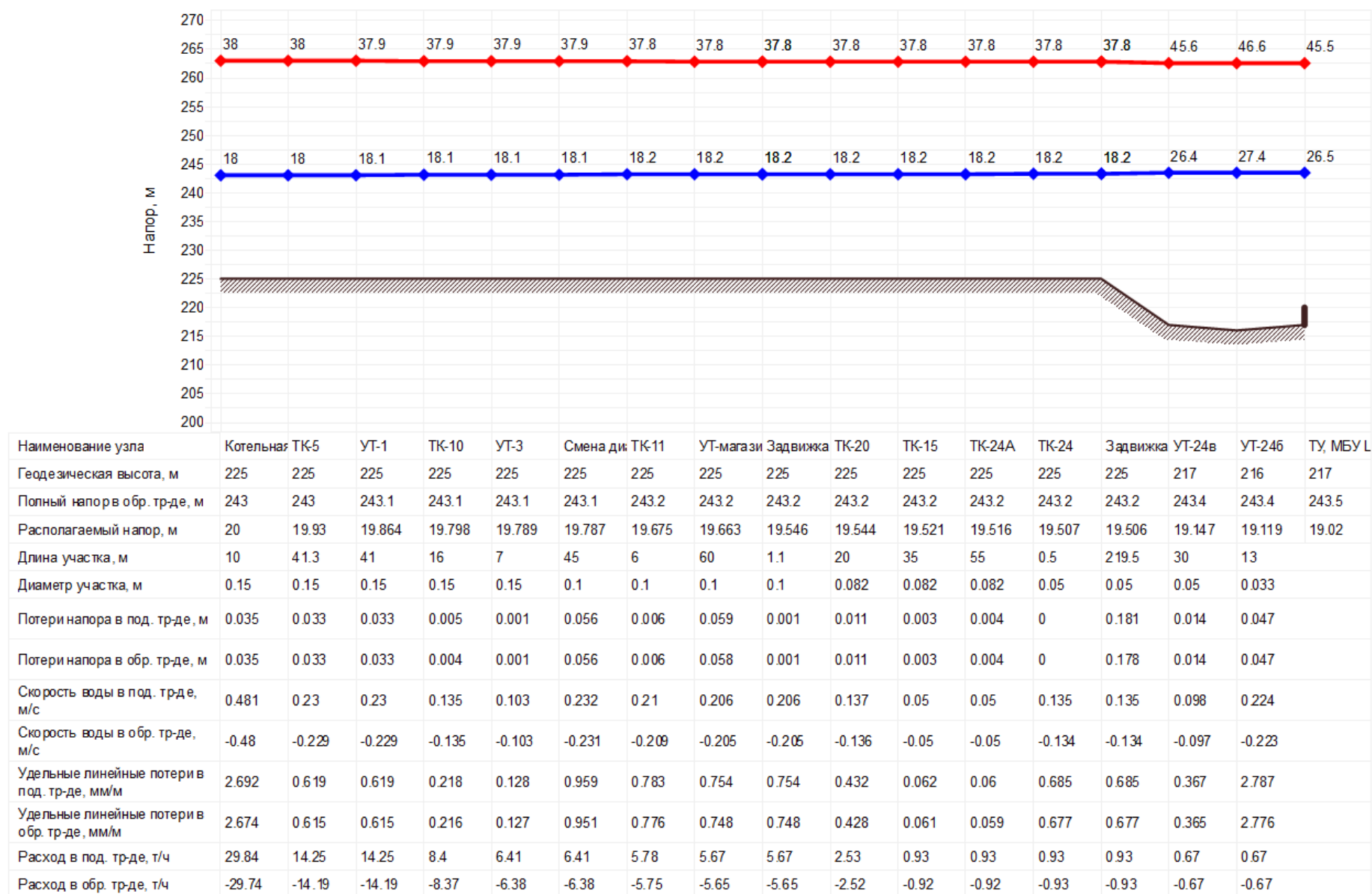


Рисунок 14.10 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной № 5 по направлению Котельная № 5 - ул. Клубная, 18



Рисунок 14.11 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной № 6 по направлению Котельная № 6 - ул. Тимирязева, 32

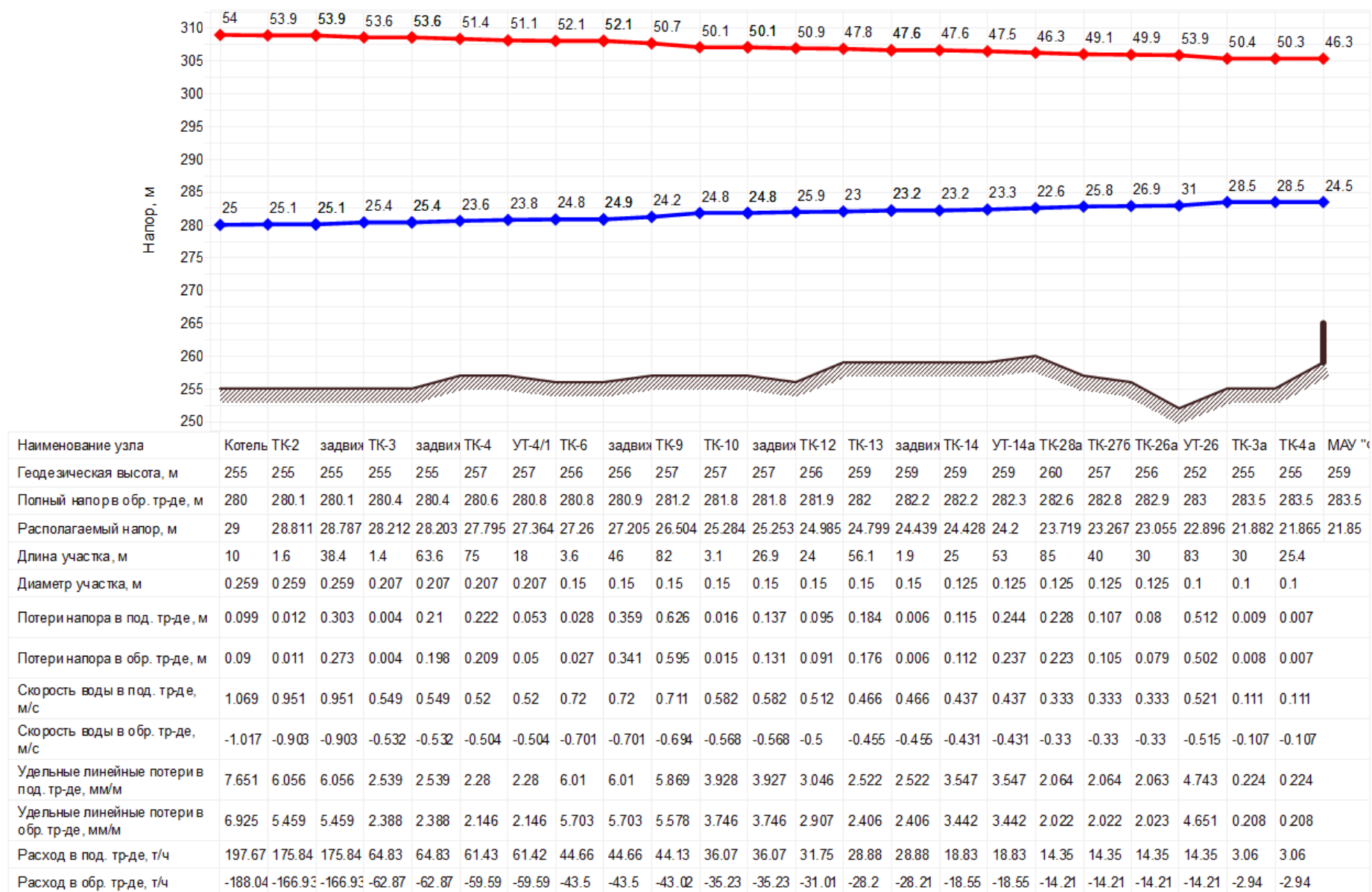


Рисунок 14.12 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной № 6 по направлению Котельная № 6 - ул. Тимирязева, 32



Рисунок 14.13 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной № 8 по направлению Котельная № 8 – Больница №3

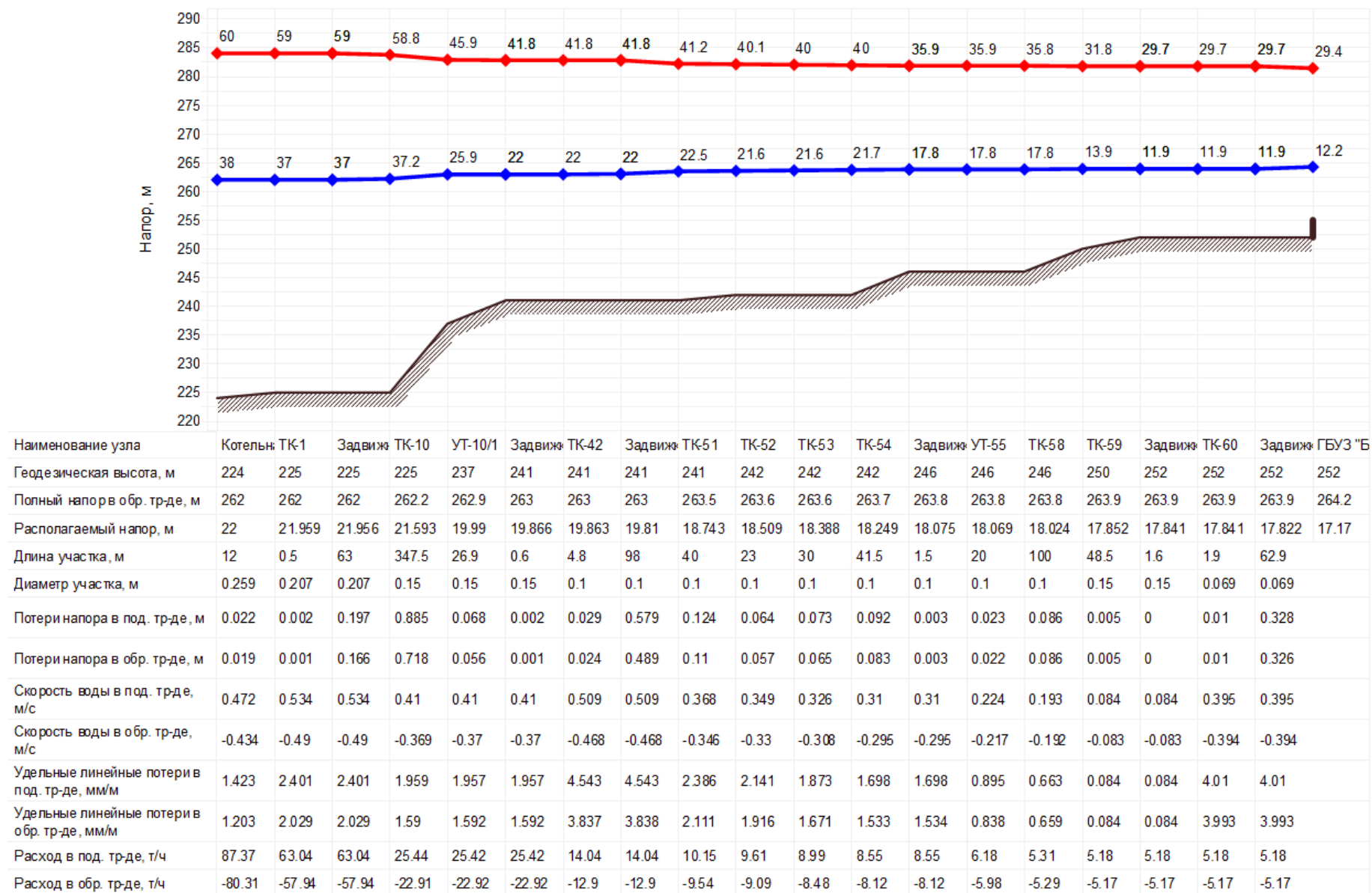


Рисунок 14.14 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной № 8 по направлению Котельная № 8 – Больница № 3

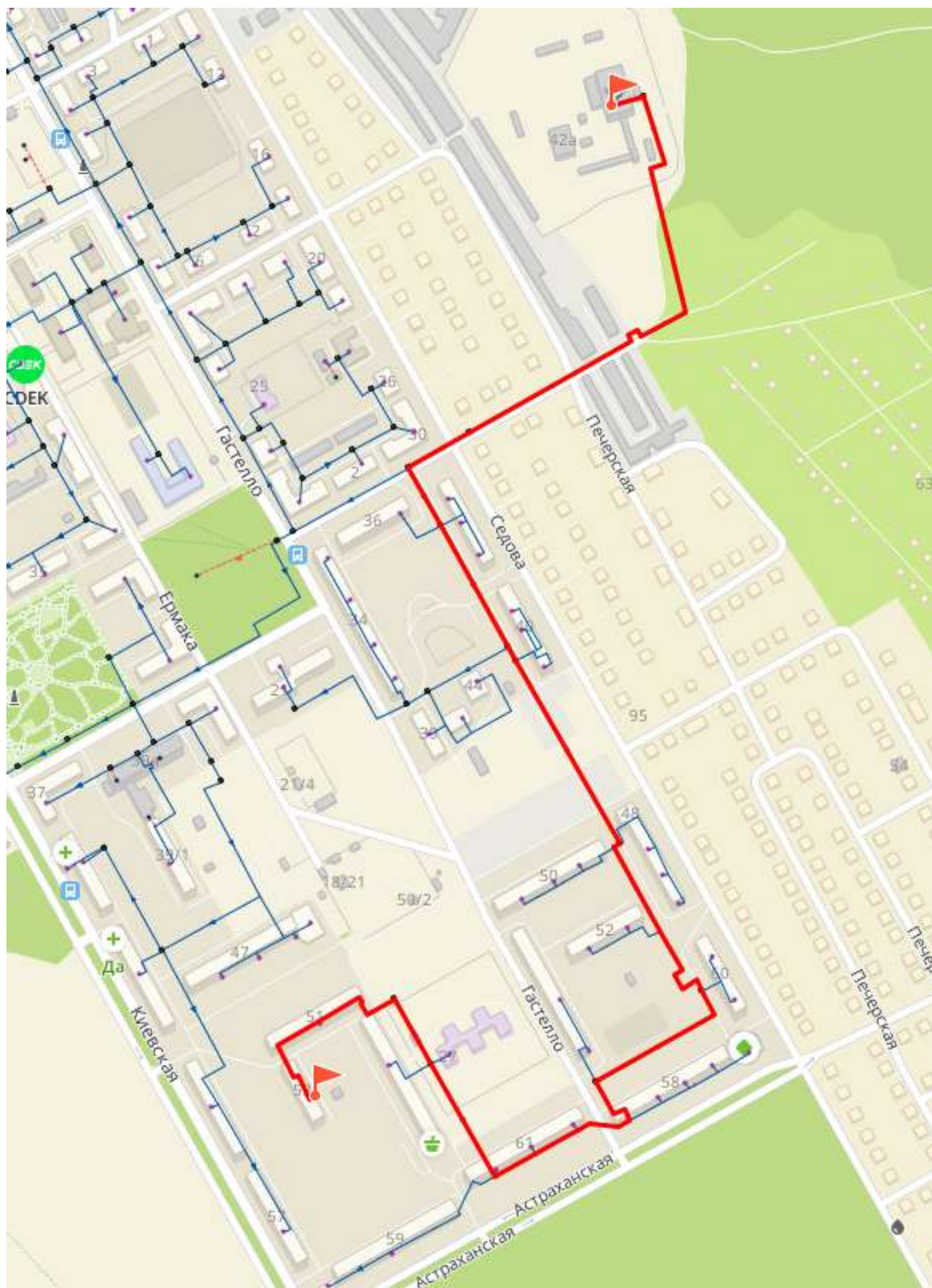
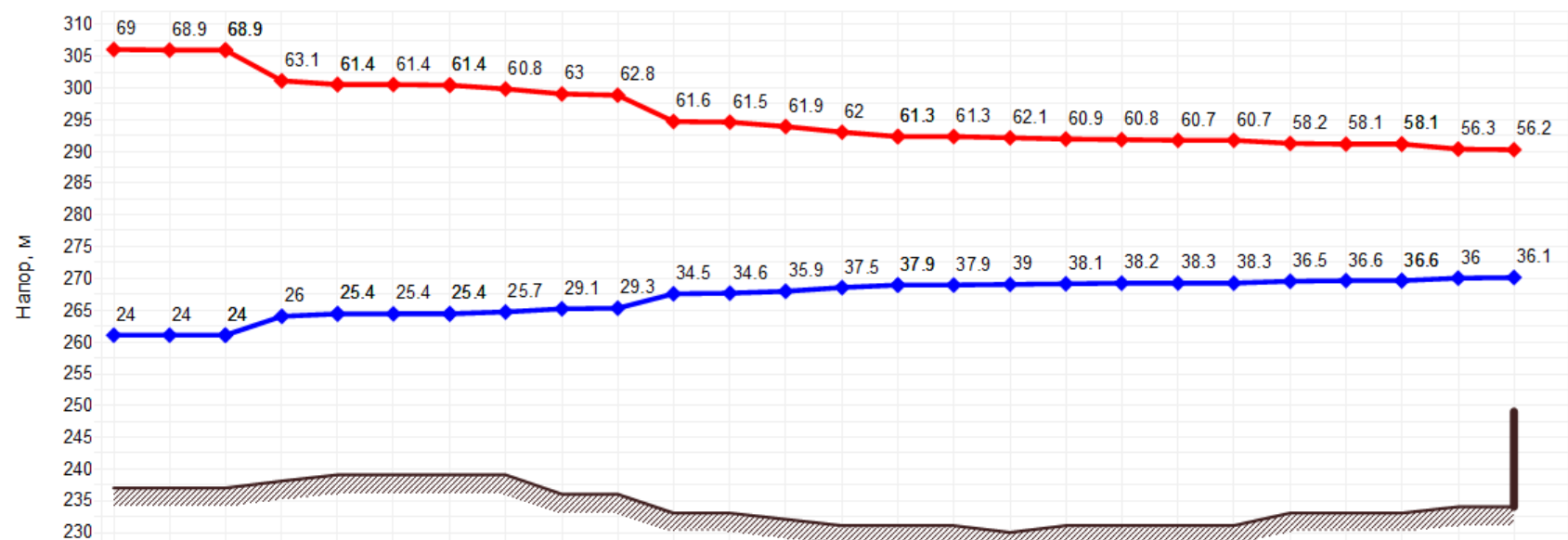


Рисунок 14.15 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной № 11 по направлению Котельная № 11 – ул. Киевская, 53



Наименование узла	Котел	ТК-1	Задви	ТК-2	Задви	ТК-3	Задви	ТК-4	ТК-5	ТК-6	УТ-20	УТ-21	УТ-22	ТК-23	Задви	ТК-24	УТ-25	врезк	врезк	УТ26	перех	ТК-27	ТК-28	Задви	врезк	ж/д ул
Геодезическая высота, м	237	237	237	238	239	239	239	239	236	236	233	233	232	231	231	231	230	231	231	231	231	233	233	233	234	234
Полный напор в обр. тр-де, м	261	261	261	264	264.4	264.4	264.4	264.7	265.1	265.3	267.5	267.6	267.9	268.5	268.9	268.9	269	269.1	269.2	269.3	269.3	269.5	269.6	270	270.1	
Располагаемый напор, м	45	44.915	44.891	37.085	36.075	36.071	36.045	35.087	33.917	33.566	27.122	26.922	25.984	24.472	23.381	23.365	23.046	22.805	22.555	22.413	22.403	21.634	21.52	21.5	20.282	20.07
Длина участка, м	5	1.4	460	59.5	0.5	1.7	63.3	95	15	315	12	70	134	116.7	13	47	50	61	40	6	96	70	1.6	98.4	114	
Диаметр участка, м	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.259	0.259	0.259	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	
Потери напора в под. тр-де, м	0.053	0.015	4.856	0.628	0.005	0.017	0.624	0.757	0.227	4.173	0.129	0.6	0.958	0.685	0.008	0.202	0.151	0.159	0.089	0.006	0.479	0.072	0.012	0.766	0.131	
Потери напора в обр. тр-де, м	0.032	0.009	2.946	0.381	0.003	0.009	0.333	0.413	0.124	2.272	0.071	0.337	0.554	0.405	0.004	0.119	0.088	0.094	0.054	0.004	0.29	0.043	0.007	0.452	0.076	
Скорость воды в под. тр-де, м/с	1.4	1.4	1.4	1.399	1.399	1.064	1.064	0.957	1.176	1.101	0.99	0.886	0.809	0.733	0.732	0.626	0.526	0.488	0.45	0.302	0.575	0.26	0.585	0.585	0.223	
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-0.778	-0.778	-0.706	-0.871	-0.812	-0.737	-0.663	-0.615	-0.563	-0.563	-0.481	-0.401	-0.375	-0.349	-0.235	-0.447	-0.199	-0.449	-0.449	-0.169	
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	8.12	8.12	8.12	8.116	8.116	7.588	7.588	6.132	11.625	10.19	8.241	6.597	5.5	4.517	4.516	3.301	2.33	2.009	1.712	0.771	3.835	0.793	5.988	5.988	0.887	
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	4.927	4.927	4.927	4.93	4.93	4.053	4.053	3.344	6.381	5.547	4.566	3.704	3.183	2.67	2.671	1.95	1.355	1.187	1.03	0.468	2.325	0.468	3.532	3.532	0.51	
Расход в под. тр-де, т/ч	661.35	661.35	661.35	661.2	661.15	196.85	196.85	176.94	138.93	130.06	116.95	104.61	95.51	86.53	86.52	73.95	62.09	57.65	53.21	35.64	35.64	16.14	16.14	16.14	6.16	
Расход в обр. тр-де, т/ч	-515.01	-515.01	-515.01	-515.2	-515.2	-143.8	-143.8	-130.51	-102.81	-95.92	-87.01	-78.35	-72.61	-66.49	-66.5	-56.8	-47.32	-44.27	-41.22	-27.72	-27.72	-12.37	-12.37	-12.37	-4.65	

Рисунок 14.16 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной № 11 по направлению Котельная № 11 – ул. Киевская, 53

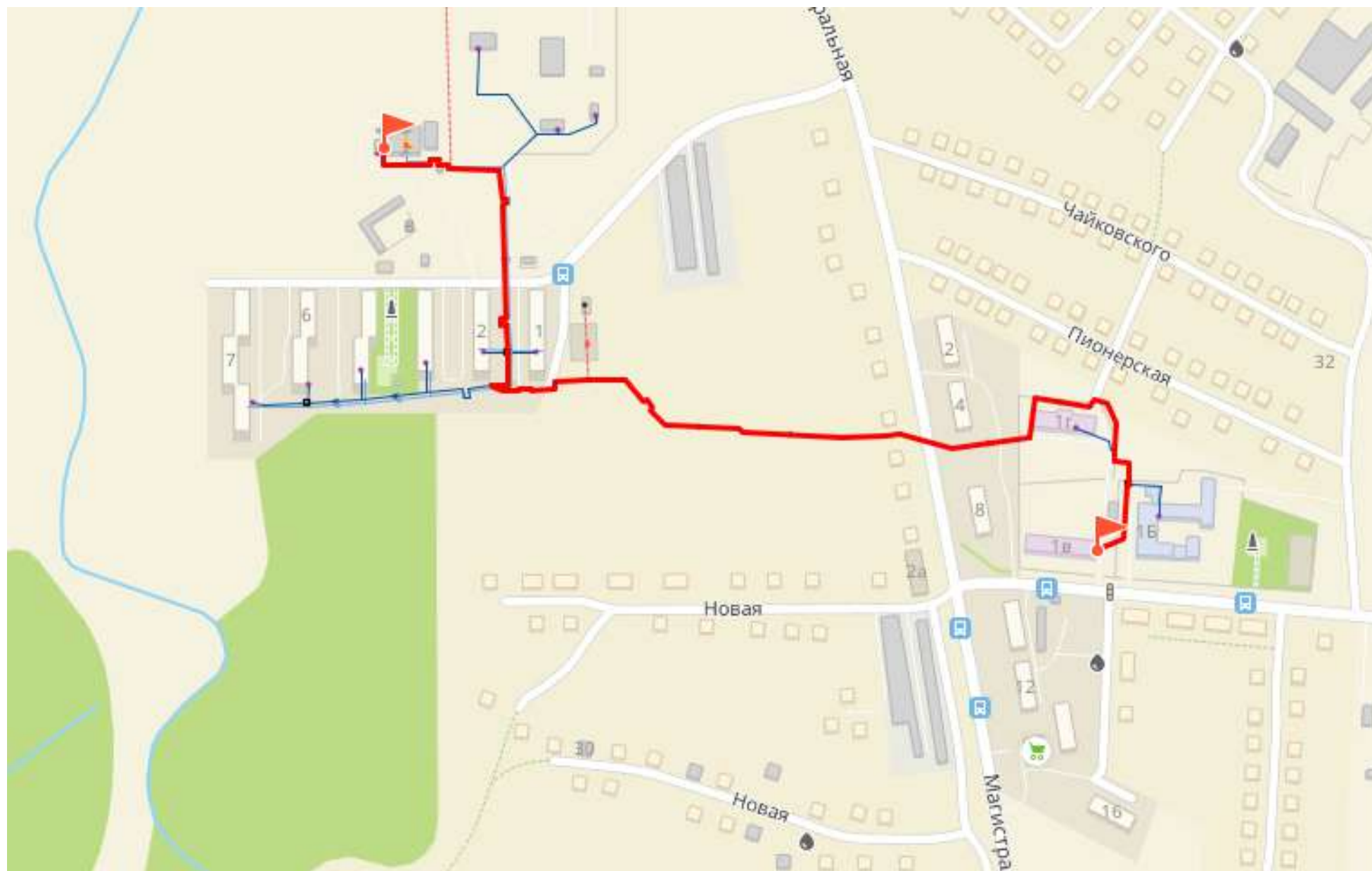
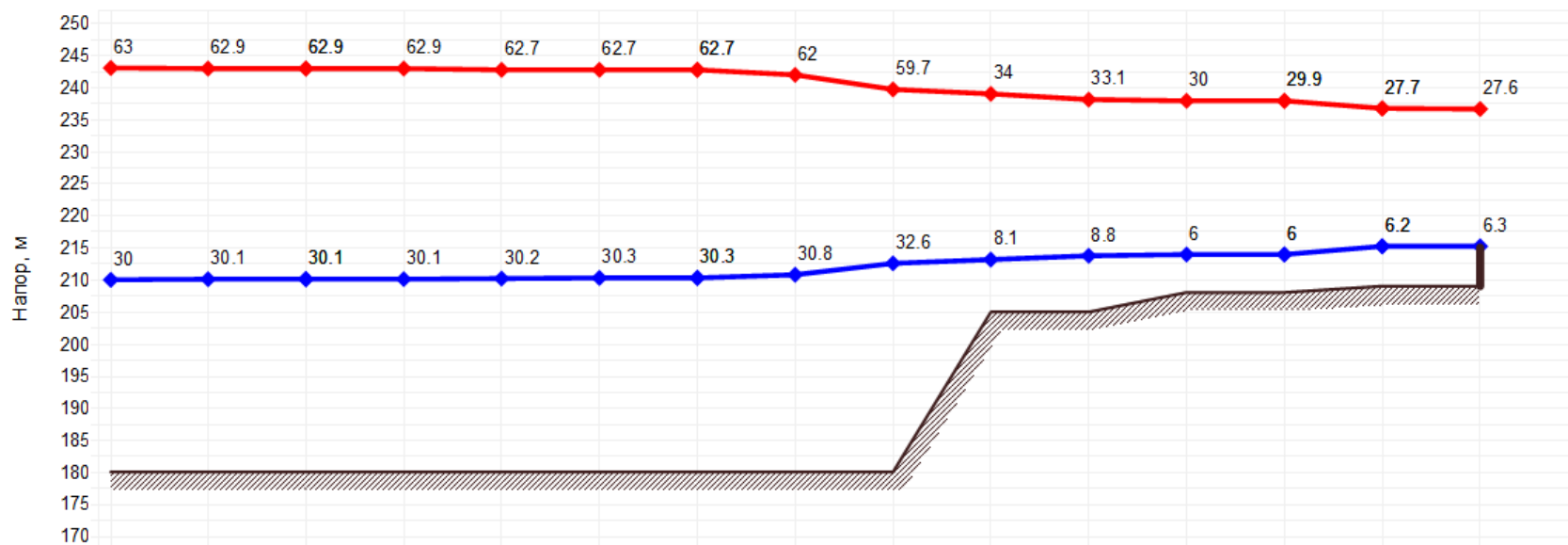


Рисунок 14.17 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной мкр. «Ивушка» по направлению Котельная мкр. «Ивушка» - Д/сад № 31 Лесная, 1в



Наименование узла	Котельная	УТ-1А	Задвижка	УТ-1	ТК-2	УТ-3	Задвижка	УТ-3-1	УТ-7	УТ-7/1	УТ-8	ТК-9	Задвижка	Задвижка	МБДОУ "Д"
Геодезическая высота, м	180	180	180	180	180	180	180	180	180	205	205	208	208	209	209
Полный напор в обр. тр-де, м	210	210.1	210.1	210.1	210.2	210.3	210.3	210.8	212.6	213.1	213.8	214	214	215.2	215.3
Располагаемый напор, м	33	32.878	32.826	32.821	32.506	32.48	32.455	31.153	27.103	25.917	24.345	23.972	23.957	21.554	21.38
Длина участка, м	65.2	27.8	2.9	180	25	1.9	94.4	293.7	86	114	50	0.5	78.8	5.7	
Диаметр участка, м	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05	0.05	
Потери напора в под. тр-де, м	0.063	0.027	0.003	0.163	0.013	0.015	0.735	2.286	0.669	0.886	0.187	0.008	1.204	0.088	
Потери напора в обр. тр-де, м	0.059	0.025	0.003	0.152	0.012	0.011	0.567	1.765	0.517	0.686	0.186	0.008	1.199	0.087	
Скорость воды в под. тр-де, м/с	0.333	0.333	0.333	0.322	0.247	0.585	0.585	0.585	0.585	0.585	0.404	0.577	0.577	0.577	
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-0.321	-0.321	-0.321	-0.31	-0.235	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.403	-0.576	-0.576	-0.576	
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	0.745	0.745	0.745	0.697	0.41	5.987	5.987	5.986	5.982	5.98	2.873	11.757	11.757	11.755	
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	0.694	0.694	0.694	0.648	0.374	4.62	4.62	4.621	4.625	4.626	2.859	11.709	11.709	11.711	
Расход в под. тр-де, т/ч	61.54	61.53	61.52	59.51	45.6	16.13	16.13	16.13	16.13	16.12	11.15	3.97	3.97	3.97	
Расход в обр. тр-де, т/ч	-59.35	-59.36	-59.36	-57.36	-43.52	-14.16	-14.16	-14.16	-14.17	-14.17	-11.12	-3.97	-3.97	-3.97	

Рисунок 14.18 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной мкр. «Ивушка» по направлению Котельная мкр. «Ивушка» - Д/сад № 31 Лесная, 1в

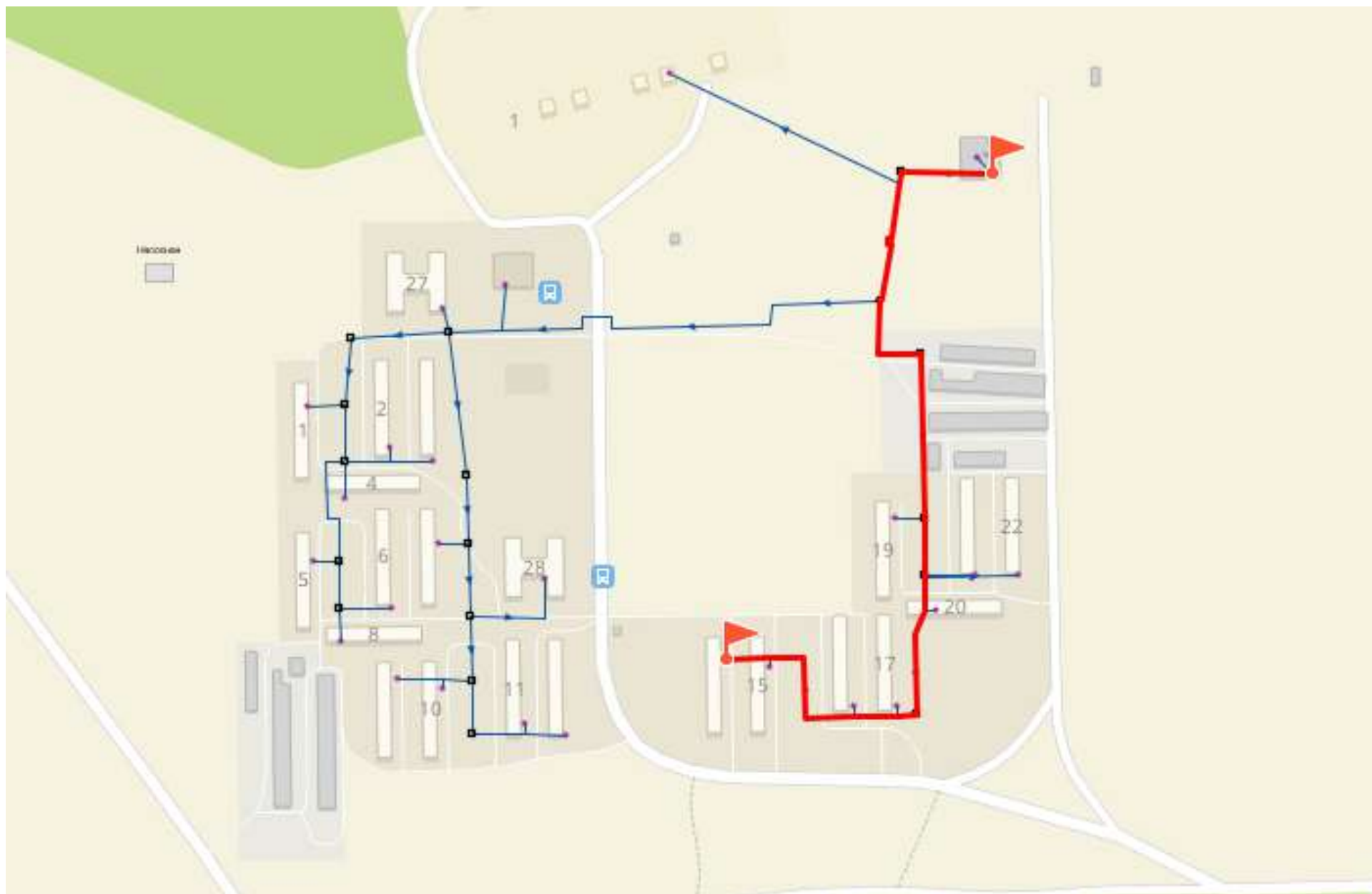


Рисунок 14.19 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной пос. Финский по направлению Котельная пос. Финский – Финский мкр-рп, 14

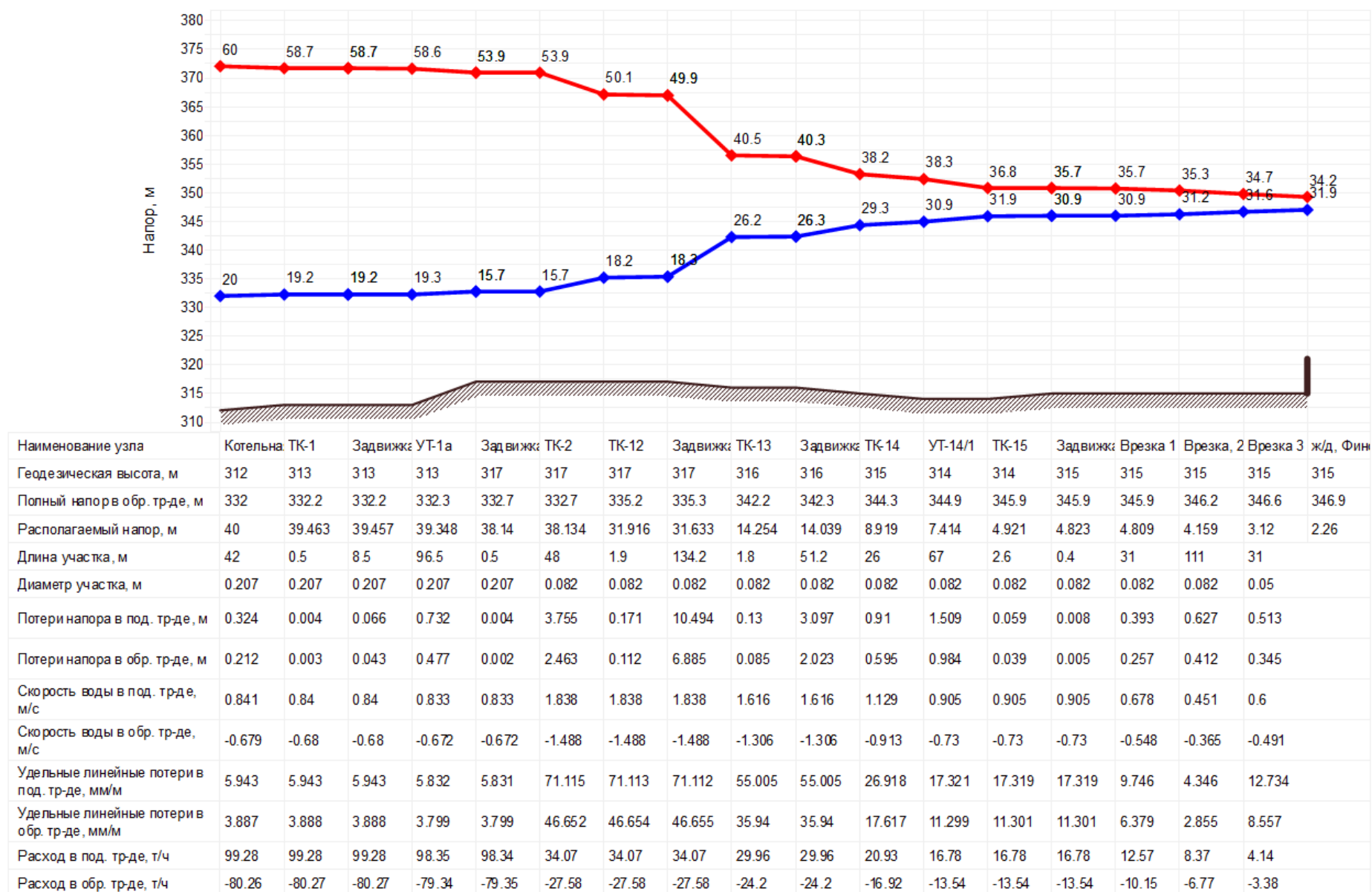


Рисунок 14.20 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной пос. Финский по направлению Котельная пос. Финский – Финский мкр-рп, 14

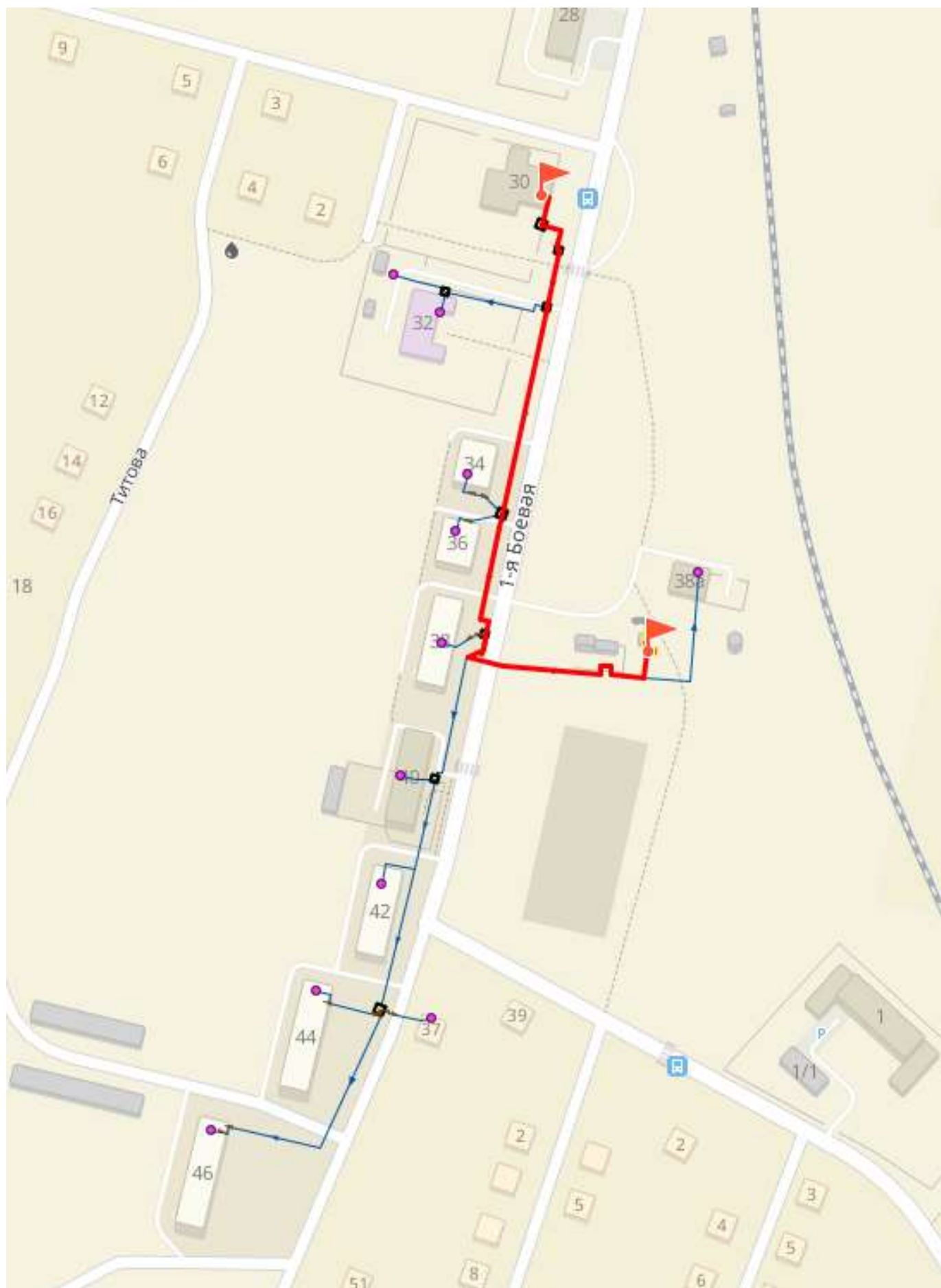


Рисунок 14.21 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной пос. 8 Марта по направлению Котельная пос. 8 Марта – Филиал библиотеки № 6 (ул.1 Боев.30)

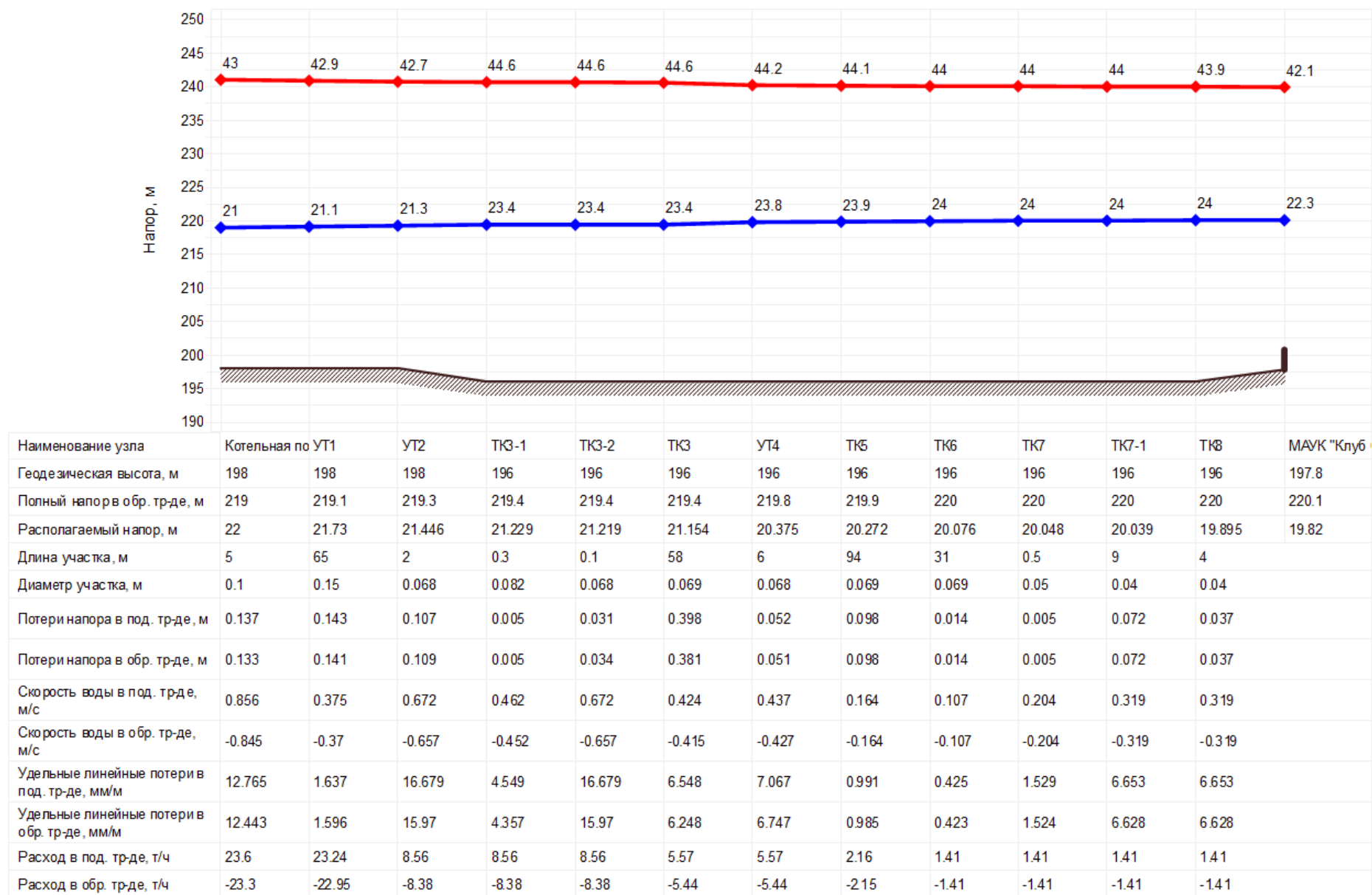


Рисунок 14.22 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной пос. 8 Марта по направлению Котельная пос. 8 Марта – Филиал библиотеки № 6 (ул.1 Боев.30)

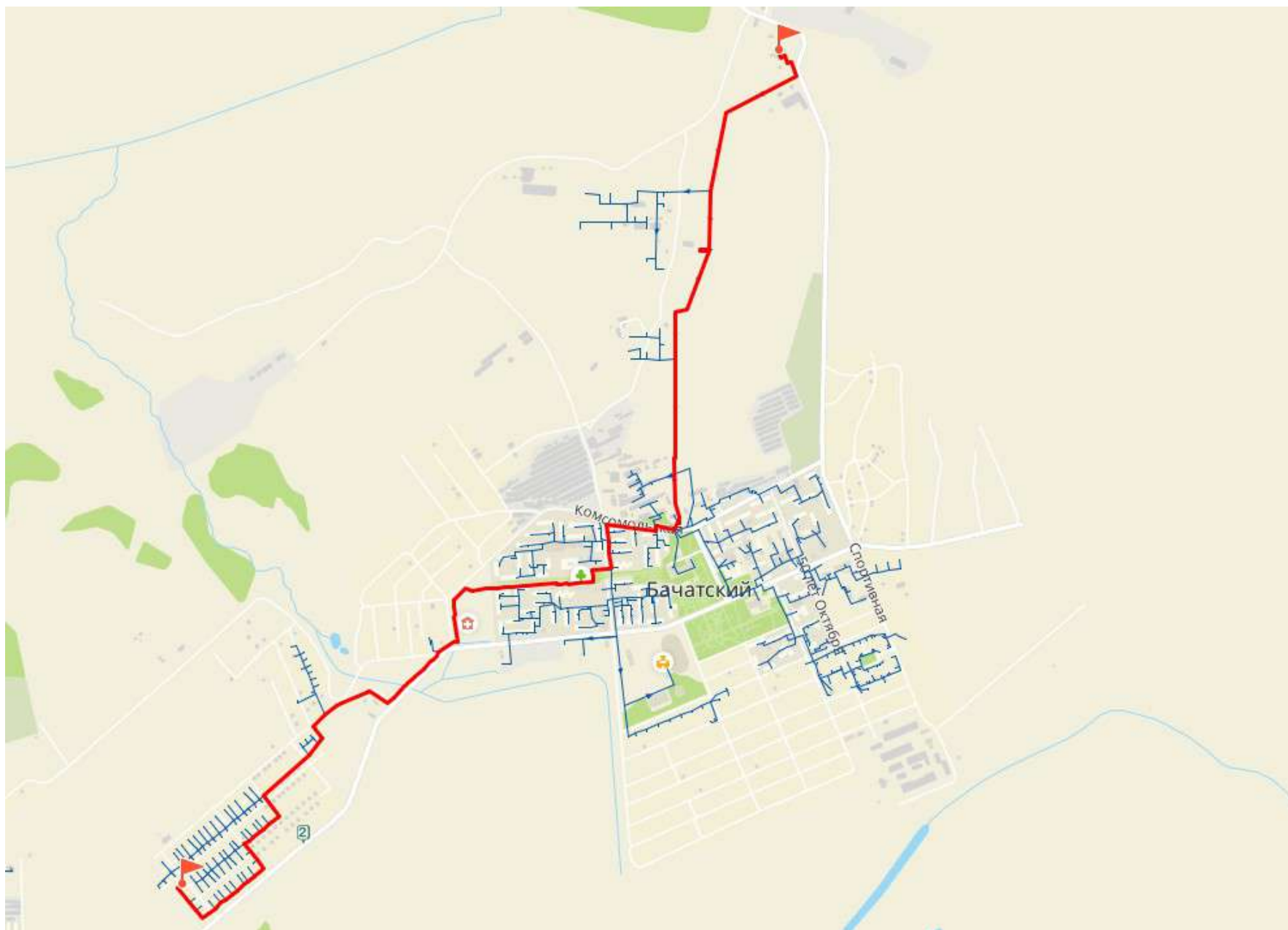
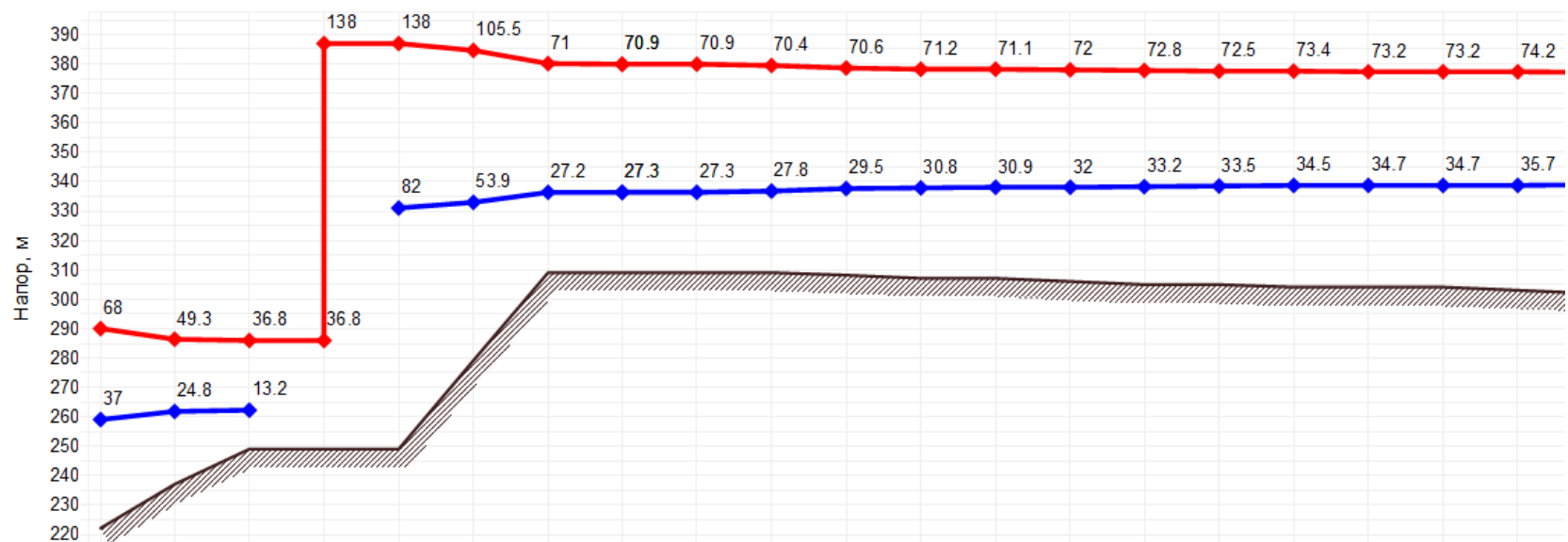
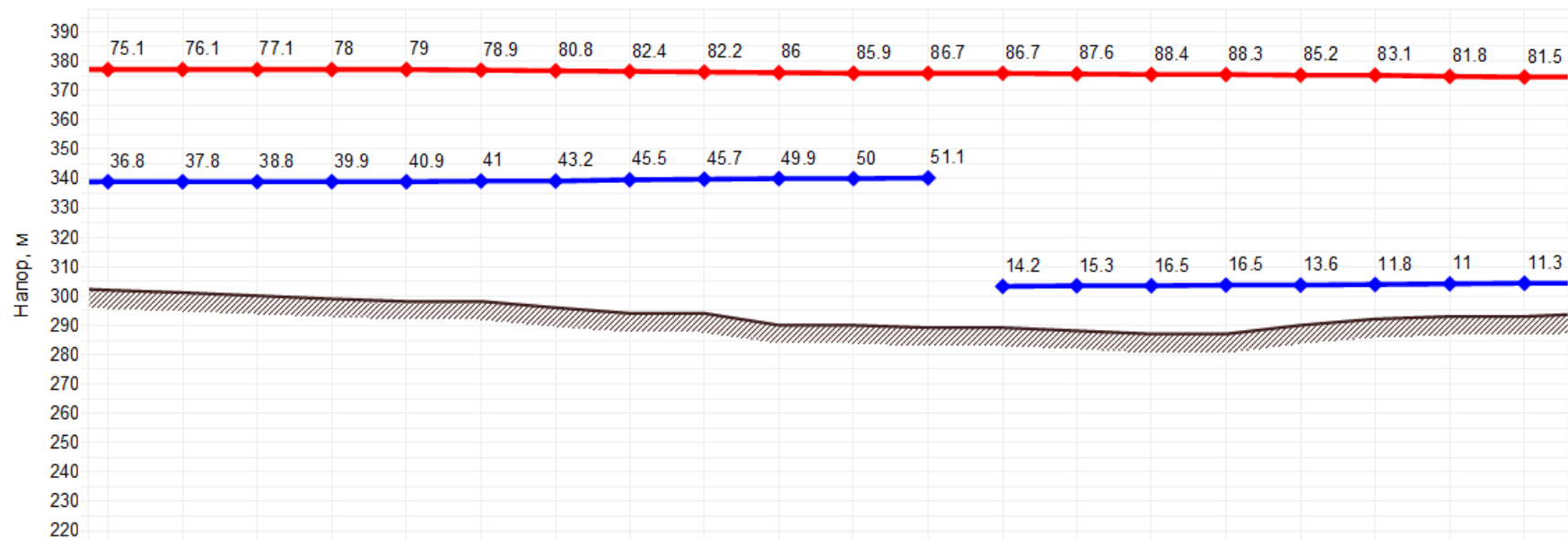


Рисунок 14.23 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от ПСХ-2 по направлению ПСХ-2 – мкр. Греческий, 59



Наименование узла	ПСХ-2	Вр.1	ПНС вх.	ПНС пгг	ПНС ПО	Вр.2	ТК-3'	НСС.ул.	НСС вых	ТК-3	ТК-2/1	ТК-2/2а	ТК-2/2	ТК-2/5	ТК-2/6	ТК-2/17	ТК-2/18	ТК-2/19	НО1	НО2
Геодезическая высота, м	222	237	249	249	249	279	309	309	309	309	308	307	307	306	305	305	304	304	304	303
Полный напор в обр. тр-де, м	259	261.8	262.2		331	332.9	336.2	336.3	336.3	336.8	337.5	337.8	337.9	338	338.2	338.5	338.5	338.7	338.7	338.7
Располагаемый напор, м	31	24.464	23.62		55.995	51.678	43.803	43.6	43.592	42.545	41.087	40.412	40.218	39.993	39.551	39.035	38.858	38.563	38.555	38.46
Длина участка, м	715	100	1	1	515	950	24	1	24	108	50	15	76	155	50	38	68	8	95	95
Диаметр участка, м	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.517	0.414	0.414	0.414	0.414	0.517	0.517	0.414	0.414	0.414	0.259	0.259	0.259
Потери напора в под. тр-де, м	3.717	0.481	0.005	0.005	2.465	4.496	0.113	0.006	0.555	0.774	0.358	0.103	0.119	0.235	0.274	0.094	0.157	0.004	0.047	0.047
Потери напора в обр. тр-де, м	2.819	0.362			1.852	3.379	0.086	0.006	0.491	0.684	0.317	0.091	0.105	0.208	0.242	0.083	0.139	0.004	0.045	0.045
Скорость воды в под. тр-де, м/с	1.022	0.984	0.981	0.981	0.981	0.975	0.975	1.388	2.157	1.201	1.2	1.176	0.697	0.684	1.049	0.705	0.68	0.247	0.247	0.247
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-0.89	-0.853			-0.85	-0.845	-0.846	-1.306	-2.029	-1.128	-1.128	-1.104	-0.655	-0.643	-0.986	-0.663	-0.64	-0.241	-0.241	-0.241
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	4.332	4.011	3.988	3.988	3.988	3.944	3.938	5.185	19.278	5.975	5.974	5.732	1.31	1.263	4.559	2.063	1.92	0.411	0.411	0.41
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	3.286	3.016			2.997	2.964	2.969	4.588	17.052	5.275	5.276	5.055	1.157	1.116	4.031	1.824	1.698	0.393	0.393	0.393
Расход в под. тр-де, т/ч	482.96	464.73	463.39	463.39	463.39	460.78	460.47	1022.81	1019.25	567.26	567.22	555.59	513.48	504.28	495.45	333.2	321.37	45.62	45.62	45.6
Расход в обр. тр-де, т/ч	-420.58	-402.93			-401.66	-399.44	-399.75	-962.11	-958.57	-532.97	-533.01	-521.75	-482.47	-473.94	-465.85	-313.27	-302.2	-44.61	-44.61	-44.61

Рисунок 14.24 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от ПСХ-2 по направлению ПСХ-2 – мкр. Греческий, 59



Наименование узла	HO3	HO4	HO5	HO6	HO7	HO8	HO9	HO11	HO12	HO13	HO14	HO15'	HO15'	HO16	HO17	Уз-1	HO17/1	Врезка	УТ1 прое	TK1/
Геодезическая высота, м	302	301	300	299	298	298	296	294	294	290	290	289	289	288	287	287	290	292	293	293
Полный напор в обр. тр-де, м	338.8	338.8	338.8	338.9	338.9	339	339.2	339.5	339.7	339.9	340	340.1	303.2	303.3	303.5	303.5	303.6	303.8	304	304.3
Располагаемый напор, м	38.372	38.303	38.224	38.108	38.05	37.944	37.601	36.849	36.519	36.179	35.919	35.577	72.562	72.222	71.882	71.786	71.6	71.284	70.785	70.24
Длина участка, м	72	82	120	60	110	116	254	116.5	120	92	120.5	1	120	120	33.9	71.2	121	202	180	33
Диаметр участка, м	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.15	0.15
Потери напора в под. тр-де, м	0.035	0.04	0.059	0.029	0.054	0.175	0.383	0.168	0.173	0.133	0.174	0.001	0.173	0.173	0.049	0.094	0.16	0.253	0.273	0.047
Потери напора в обр. тр-де, м	0.034	0.039	0.057	0.028	0.052	0.168	0.369	0.162	0.167	0.128	0.168		0.167	0.167	0.047	0.092	0.156	0.246	0.266	0.046
Скорость воды в под. тр-де, м/с	0.247	0.246	0.246	0.246	0.246	0.385	0.385	0.377	0.377	0.377	0.377	0.377	0.377	0.377	0.377	0.361	0.361	0.351	0.329	0.32
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-0.241	-0.241	-0.241	-0.242	-0.242	-0.378	-0.378	-0.37	-0.371	-0.371	-0.371		-0.371	-0.371	-0.371	-0.356	-0.356	-0.347	-0.324	-0.31
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	0.41	0.41	0.41	0.41	0.409	1.256	1.255	1.201	1.201	1.2	1.2	1.199	1.199	1.199	1.198	1.103	1.103	1.042	1.265	1.197
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	0.393	0.393	0.394	0.394	0.394	1.21	1.21	1.16	1.161	1.161	1.162		1.162	1.163	1.163	1.073	1.073	1.016	1.229	1.169
Расход в под. тр-де, т/ч	45.59	45.58	45.57	45.56	45.55	45.54	45.53	44.54	44.53	44.52	44.51	44.5	44.5	44.49	44.48	42.67	42.66	41.47	20.41	19.86
Расход в обр. тр-де, т/ч	-44.63	-44.64	-44.65	-44.67	-44.68	-44.69	-44.7	-43.76	-43.77	-43.78	-43.79		-43.8	-43.81	-43.82	-42.08	-42.09	-40.95	-20.12	-19.5

Рисунок 14.24 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от ПСХ-2 по направлению ПСХ-2 – мкр. Греческий, 59 (продолжение)

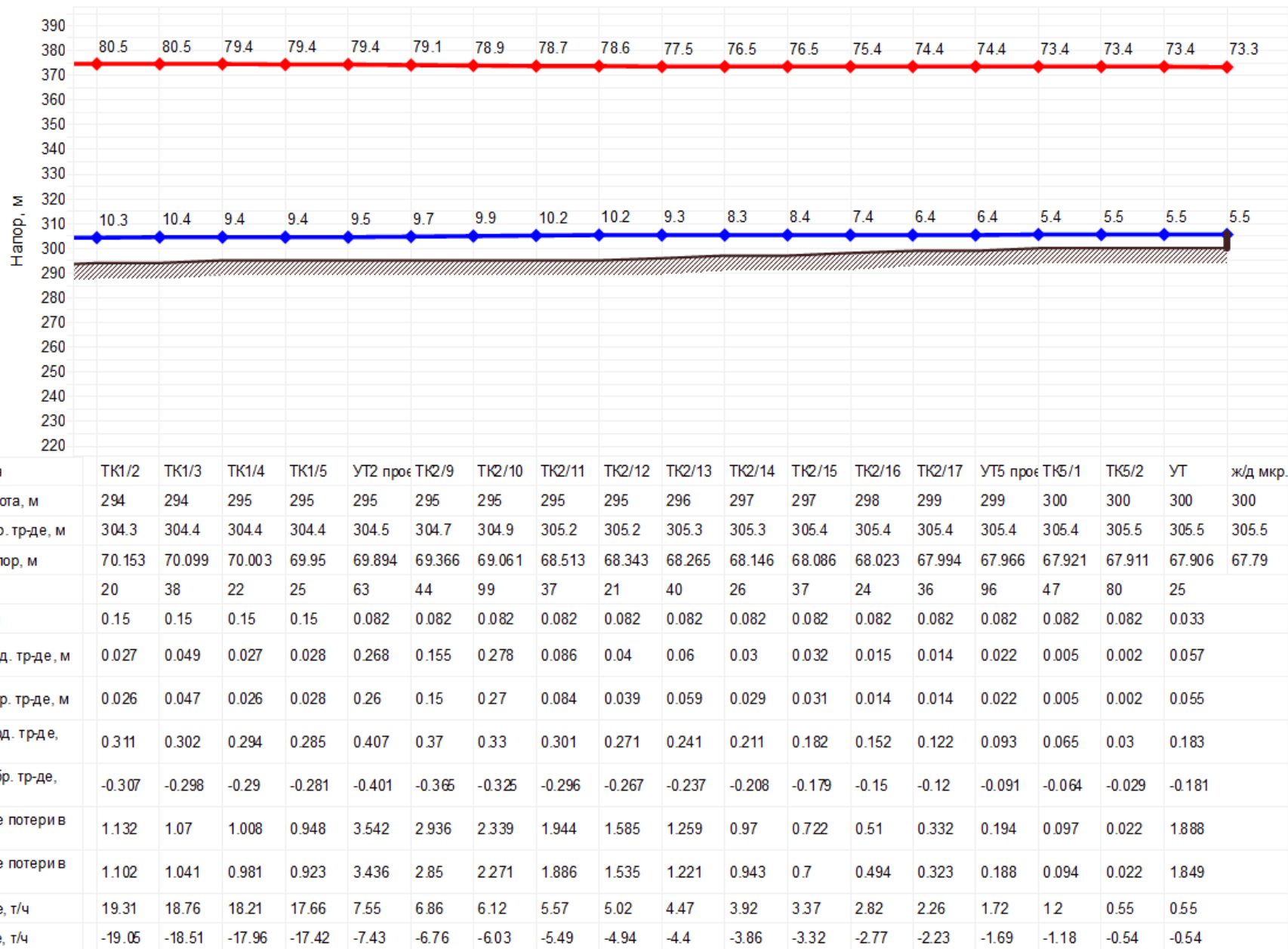


Рисунок 14.24 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от ПСХ-2 по направлению ПСХ-2 – мкр. Греческий, 59 (продолжение)

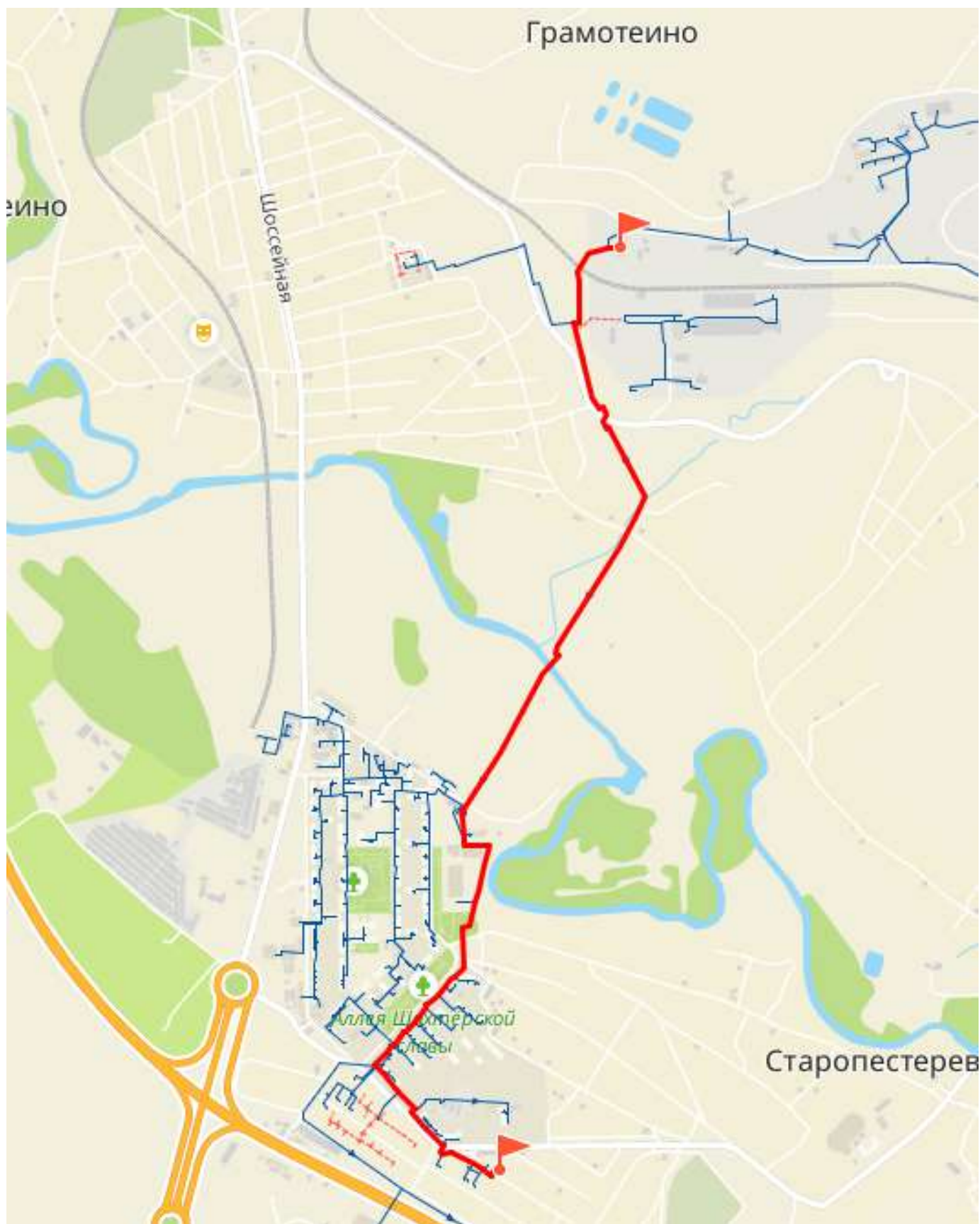
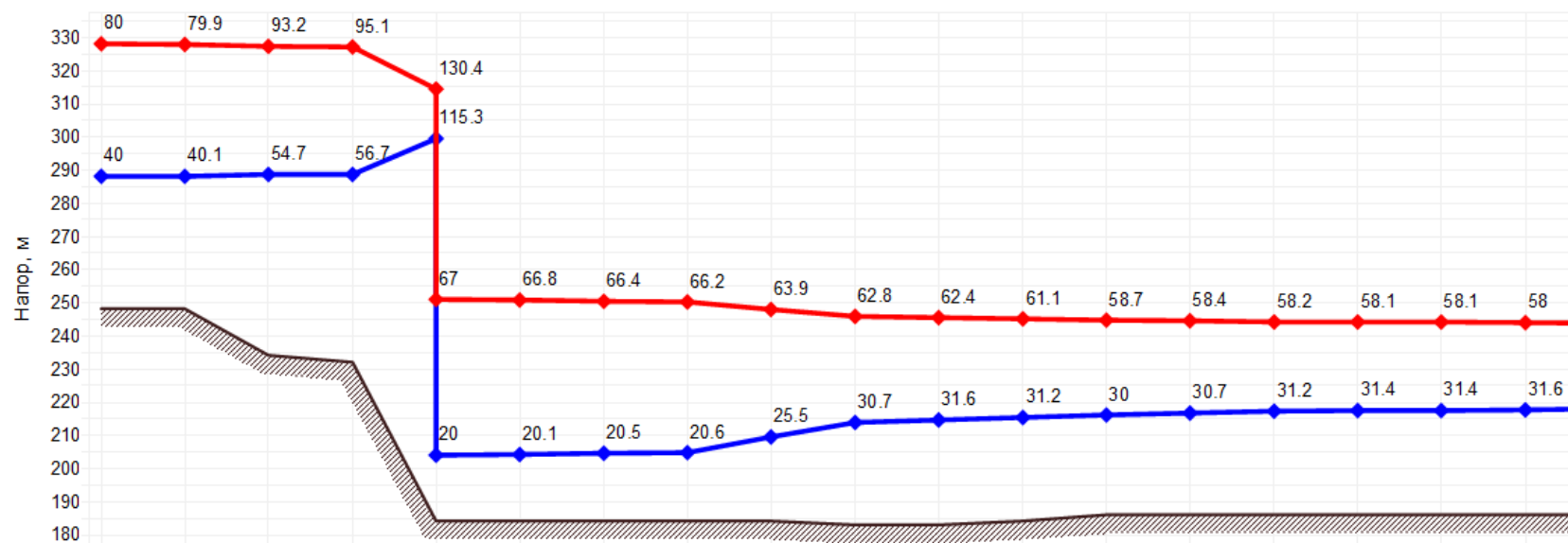


Рисунок 14.25 - Путь теплоносителя от источника тепловой энергии Беловского городского округа от Котельной ООО «ТБК» по направлению Котельная ООО «ТБК» - ул. Ворошилова, 20



Наименование узла	Котельная	УТ-Котельная	ТК-1	ТП-ОФ Л	ЦТП пгт Г	УТ-ЦТП Р	УТ-70	УТ-71	УТ-1	УТ-72	УТ-73	УТ-74	УТ-108	УТ-75	УТ-76	УТ-77	УТ-78	УТ-79
Геодезическая высота, м	248	248	234	232	184	184	184	184	184	183	183	184	186	186	186	186	186	186
Полный напор в обр. тр-де, м	288	288.1	288.7	288.7	299.3	204.2	204.5	204.6	209.5	213.7	214.6	215.2	216	216.7	217.2	217.4	217.4	217.6
Располагаемый напор, м	40	39.787	38.502	38.443	15.03	46.614	45.841	45.621	38.358	32.074	30.825	29.874	28.728	27.744	27.01	26.662	26.628	26.32
Длина участка, м	72	265.6	12.4	1900	10	80	24	283.8	256.2	53	42	54	50	40	19	2	18	30
Диаметр участка, м	0.706	0.517	0.517	0.414	0.414	0.414	0.414	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359
Потери напора в под. тр-де, м	0.114	0.71	0.033	12.781	0.167	0.402	0.113	2.372	2.053	0.408	0.31	0.372	0.32	0.238	0.113	0.011	0.099	0.165
Потери напора в обр. тр-де, м	0.099	0.574	0.027	10.63	0.15	0.372	0.107	4.891	4.23	0.842	0.641	0.773	0.664	0.496	0.235	0.023	0.208	0.345
Скорость воды в под. тр-де, м/с	0.828	0.884	0.878	1.117	1.762	0.965	0.937	1.245	1.22	1.195	1.17	1.131	1.09	1.051	1.05	1.012	1.011	1.01
Скорость воды в обр. тр-де, м/с	-0.769	-0.795	-0.79	-1.019	-1.666	-0.928	-0.907	-1.629	-1.594	-1.564	-1.533	-1.485	-1.43	-1.381	-1.38	-1.332	-1.332	-1.33
Удельные линейные потери в под. тр-де, мм/м	1.222	2.057	2.03	5.175	12.861	3.862	3.637	6.429	6.166	5.916	5.672	5.302	4.928	4.579	4.574	4.245	4.242	4.23
Удельные линейные потери в обр. тр-де, мм/м	1.055	1.663	1.644	4.304	11.501	3.574	3.414	13.255	12.702	12.219	11.743	11.015	10.219	9.532	9.523	8.876	8.87	8.845
Расход в под. тр-де, т/ч	1137.81	651.55	647.27	527.85	832.44	455.98	442.5	442.49	433.32	424.42	415.58	401.79	387.34	373.35	373.15	359.44	359.33	358.8
Расход в обр. тр-де, т/ч	-1056.79	-585.7	-582.26	-481.34	-787.18	-438.65	-428.7	-428.71	-419.67	-411.61	-403.5	-390.77	-376.37	-363.5	-363.31	-350.74	-350.63	-350.1

Рисунок 14.26 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной ООО «ТБК» по направлению Котельная ООО «ТБК» - ул. Ворошилова, 20

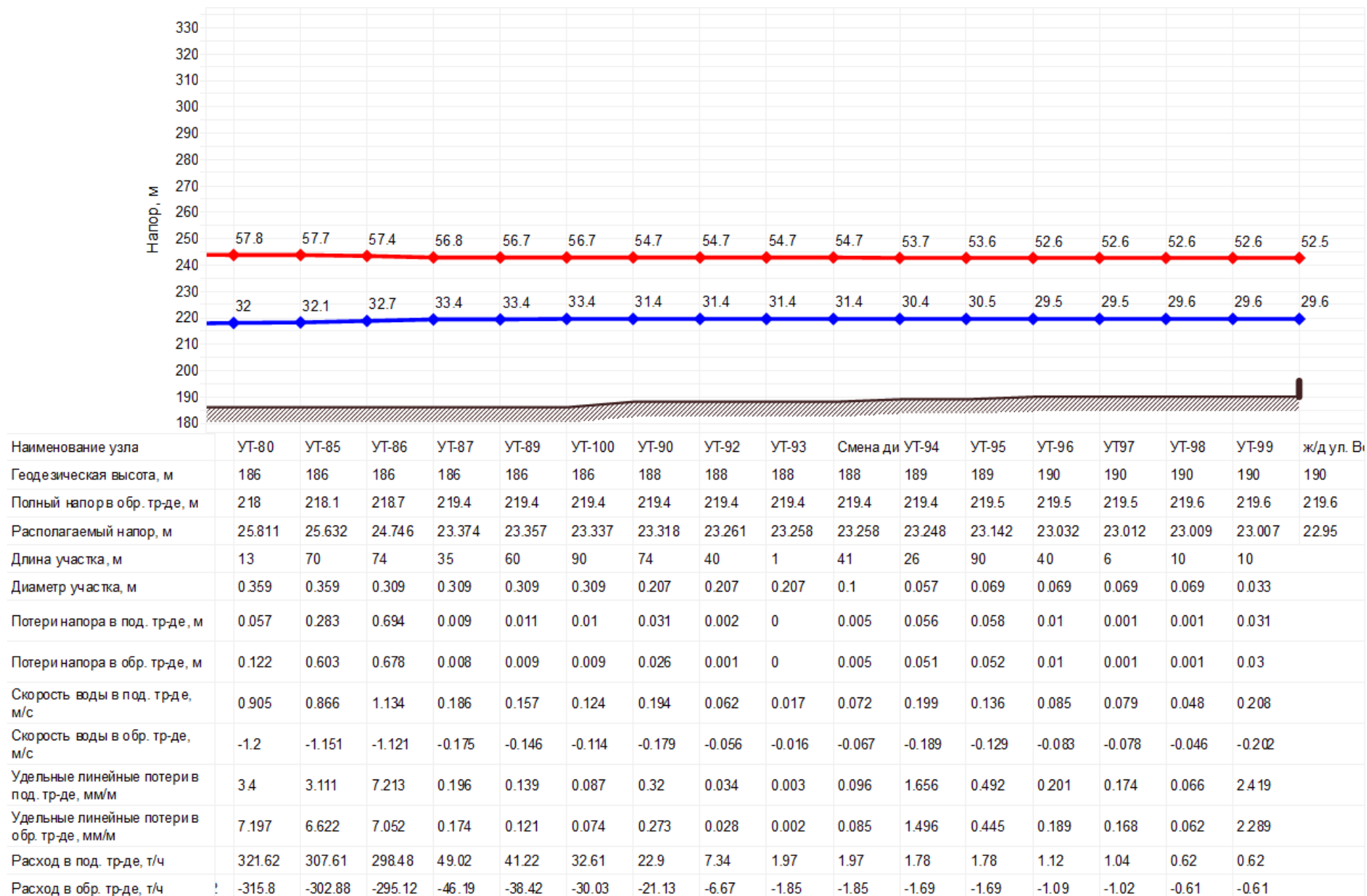


Рисунок 14.26 - Пьезометрический график системы теплоснабжения Беловского городского округа от Котельной ООО «ТБК» по направлению Котельная ООО «ТБК» - ул. Ворошилова, 20 (продолжение)