

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА
І АРХІТЕКТУРИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА
УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ**

Кафедра Інженерної геодезії

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

«Геодезичне забезпечення реконструкції лінійної споруди (теплової мережі)»

Маліщук Дмитро Сергійович
(прізвище, ім'я та по батькові студента повністю)

Київ 2025 р

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА
І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Геоінформаційних систем та управління територіями

Випускова кафедра: Кафедра інженерної геодезії

Ступінь вищої освіти: Бакалавр

Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій

Освітня програма: Геодезія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедр

Дем'яненко Р.А.

«___» _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я

**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ *БАКАЛАВР***

(бакалавр, магістр)

Маліщук Дмитро Сергійович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи «Геодезичне забезпечення реконструкції лінійної споруди (теплової мережі)»

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від «___ - ___» _____ 2025 року

2. Керівник роботи

Демя'яненко Роман Анатолійович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Термін подання здобувачем роботи до захисту 06.06.2025

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Підготовчі роботи та геодезичний супровід демонтажу існуючої теплової мережі

Р. 2. Геодезичне забезпечення будівництва нової теплової мережі

Р. 3. Охорона праці та техніко-економічне обґрунтування при виконанні геодезичних робіт

Р. 4.

5. Графічний матеріал за розділами

Р. 1. Схеми

Р. 2. Топографічні плани

Р. 3. Повздовжні профілі

Р. 4. Плани

Р. 5. _____

6. Консультанти розділів кваліфікаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5			

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Підготовчі роботи та геодезичний супровід демонтажу існуючої теплової мережі	07.05.2025
Розділ 2. Геодезичне забезпечення будівництва нової теплової мережі	15.05.2025
Розділ 3. Охорона праці та техніко-економічне обґрунтування при виконанні геодезичних робіт	30.05.2025
Розділ 4.	
Розділ 5	
Остаточне оформлення роботи	05.06.2025
Направлення роботи для перевірки на плагіат	06.06.2025
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	13.06.2025
Направлення роботи на рецензування	

8. Дата видачі завдання 30.04.2025

Керівник

_____ (підпис)

Дем'яненко Р.А.

_____ (прізвище та ініціали)

Здобувач

_____ (підпис)

Маліщук Д.С.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

<i>Назва</i>	<i>Сторінка</i>
Вступ	2
Розділ 1. Підготовчі роботи та геодезичний супровід демонтажу існуючої теплової мережі	4
1.1. Нормативні документи	4
1.2. Загальні відомості про об'єкт реконструкції	8
1.3. Вихідні геодезичні дані	10
1.4. Топографічна зйомка ділянки теплотраси	15
1.5. Виявлення підземних комунікацій	22
1.6. Геодезичний супровід демонтажу теплотраси	24
Розділ 2. Геодезичне забезпечення будівництва нової теплової мережі	29
2.1. Винесення проектної траси в натуру	29
2.2. Розрахунок об'ємів земляних робіт (висипка, засипка)	33
2.3. Геодезичний контроль глибини траншей	37
2.4. Спорудження теплових камер	43
2.5. Виконавча знімання нової траси	52
Розділ 3. Охорона праці та техніко-економічне обґрунтування при виконанні геодезичних робіт	55
Висновки	60
Список використаних джерел	61
Додатки	63

Вступ

В умовах зношеності інженерної інфраструктури модернізація систем теплопостачання набуває особливої актуальності. Однією з ключових складових комунальних мереж є теплові мережі, значна частина яких експлуатується понад 25–30 років і перебуває в аварійному або передаварійному стані. За даними профільних органів, втрати тепла в старих мережах в окремих містах України досягають 30%, що суттєво знижує ефективність систем теплопостачання та призводить до економічних збитків і незадовільного енергетичного балансу регіонів.

Особливої важливості набуває реконструкція теплових мереж як лінійних інженерних споруд. Вона передбачає повну або часткову заміну трубопроводів, монтаж нових камер, оновлення гідроізоляції, захисту та кріплень. Водночас якісне виконання цих робіт безпосередньо залежить від точного геодезичного забезпечення на всіх етапах будівництва — від демонтажу старих комунікацій до здачі об'єкта в експлуатацію.

Геодезичне забезпечення є комплексом технічних, технологічних та організаційних заходів, спрямованих на забезпечення точності відповідності геометричних параметрів будівельних елементів проектним рішенням, що визначено у будівельних нормах. Геодезичні роботи виконуються як на підготовчій, так і на всіх наступних стадіях реалізації проекту: забезпечують винесення проектної траси в натуру, контроль точності розробки котлованів і траншей, розміщення камер, прокладання трубопроводів, а також формування виконавчої документації.

Реальна реалізація цієї роботи проводилась на території санаторію «Перемога», розташованого поблизу села Чайки, Київської області. Реконструкція ділянки теплової мережі на цій території стала прикладом комплексного геодезичного супроводу, що включав зйомку старої теплотраси, винесення проектної траси в натуру, контрольні вимірювання під час монтажу, а також виконавчу зйомку завершеного об'єкта. Усі роботи здійснювалися з

використанням сучасного тахеометра Sokkia CX-106 та програмного забезпечення AutoCAD Civil 3D.

Мета роботи: систематизувати та вдосконалити методику геодезичного забезпечення реконструкції лінійної інженерної споруди (теплової мережі) з метою підвищення точності будівельно-монтажних робіт і забезпечення нормативної відповідності виконавчої документації.

Об'єкт дослідження: процес реконструкції ділянки теплової мережі на території санаторію «Перемога».

Предмет дослідження: методи та засоби геодезичного забезпечення при монтажі та будівництві теплотраси, винесення нової траси, контролю монтажу теплокамет та оформлення виконавчої документації.

Результати цієї роботи можуть бути застосовані в аналогічних проєктах реконструкції мереж теплоенергетики, зокрема в умовах щільної міської або приміської забудови, де оперативність геодезичного супроводу є критичними.

РОЗДІЛ 1. ПІДГОТОВЧІ РОБОТИ ТА ГЕОДЕЗИЧНИЙ СУПРОВІД ДЕМОНТАЖУ ІСНУЮЧОЇ ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ

1.1. Нормативні документи

Закон України «Про топографо-геодезичну та картографічну діяльність». Цей закон є основою правового регулювання інженерно-геодезичних робіт. Він визначає загальні принципи і вимоги до виконання топографо-геодезичних робіт в Україні, зокрема встановлює, що геодезичні роботи мають виконуватися спеціально уповноваженими суб'єктами з дотриманням встановлених державних стандартів і норм. Закон окреслює коло діяльності інженера-геодезиста (визначення координат точок місцевості, створення геодезичних мереж, складання карт і планів тощо) та зобов'язує дотримуватися вимог метрологічного забезпечення вимірювань. Таким чином, геодезист при підготовці топографічних планів, винесенні проектів в натуру чи виконанні виконавчих зйомок діє відповідно до цього закону, що гарантує законність та якість робіт. Закон також відсилає до підзаконних актів і норм, які конкретизують порядок виконання геодезичних робіт.

ДБН А.2.1-1:2014 «Інженерні вишукування для будівництва». Державні будівельні норми (ДБН) цієї категорії регламентують проведення інженерно-геодезичних вишукувань перед проектуванням та будівництвом об'єктів. ДБН А.2.1-1 встановлює вимоги до виконання топографо-геодезичної зйомки місцевості для потреб проектування: визначення рельєфу, ситуації, підземних і надземних комунікацій тощо. Згідно з цими нормами, інженер-геодезист здійснює топографічну зйомку в масштабах 1:500 – 1:5000 з необхідною точністю, формує інженерно-топографічні плани та профілі, що слугують базою для розроблення проектної документації реконструкції тепломережі. Цей документ визначає склад і зміст матеріалів вишукувань, у тому числі цифрових моделей місцевості, та гарантує, що до проектування залучено актуальні і точні геопросторові дані. У випадку реконструкції теплової мережі геодезист посилається на ДБН А.2.1-1:2014 як на обґрунтування вибору методів і точності топозйомки ділянки перед початком проектних робіт.

Інструкція з топографічного знімання масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (ГКНТА 2.04-02-98). Це відомчий нормативний документ України, затверджений наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру №56 від 09.04.1998 р., який детально регламентує технологію виконання топографічних зйомок зазначених масштабів. Інструкція встановлює допустимі похибки вимірювань, класи точності зйомочних мереж, щільність розташування пікетів, порядок відображення рельєфу горизонталями та умовними знаками на топографічному плані. Інженер-геодезист при виконанні топографічної зйомки до реконструкції теплотраси керується цією Інструкцією, щоб забезпечити відповідність зйомки державним стандартам. Зокрема, документ регламентує, як саме наносити на план всі елементи ситуації (будівлі, дороги, підземні комунікації) та рельєф, щоб отриманий топографічний план масштабу 1:500 відповідав вимогам точності, необхідним для проектування реконструкції. Ця Інструкція доповнює положення ДБН А.2.1-1:2014, слугуючи практичним керівництвом для геодезиста на етапі топографічного знімання.

ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво». Ці норми визначають перелік і зміст документів, що входять до складу проекту будівництва або реконструкції. З точки зору геодезичного забезпечення, цей ДБН зобов'язує надавати в складі проекту генеральний план об'єкта на топографічній основі відповідного масштабу. Зокрема, для міських інженерних мереж генплан виконують на актуальному топографічному плані масштабу 1:500 (або 1:1000) із нанесенням ситуації та рельєфу ділянки. Інженер-геодезист несе відповідальність за підготовку такої топооснови: він забезпечує оновлення топографічного плану перед проектуванням тепломережі, щоб проектна організація мала достовірні дані про місцевість та розташування існуючих комунікацій. Дотримання ДБН А.2.2-3:2014 гарантує, що проектна документація містить усі необхідні геодезичні матеріали – ситуаційні плани, поздовжні профілі траси теплотраси тощо – виконані за чинними нормами. Таким чином, геодезист посилається на цей норматив при оформленні графічної частини

проекту (генплан, профілі), підтверджуючи відповідність матеріалів встановленим вимогам.

ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві». Це основний нормативний документ, що регламентує інженерно-геодезичний супровід будівництва та реконструкції об'єктів. Норми встановлюють загальні правила виконання та приймання геодезичних робіт під час будівництва або реконструкції будь-яких об'єктів [8]. Для інженера-геодезиста, який забезпечує реконструкцію теплової мережі, цей ДБН є ключовим на всіх етапах робіт. По-перше, документ визначає порядок створення та використання геодезичної розбивочної основи: геодезист повинний прокласти на будмайданчику розбивочну мережу, закріпити осі траси теплотраси в натурі з необхідною точністю, керуючись вимогами ДБН щодо допустимих відхилень положення осей і висотних позначок. По-друге, ДБН В.1.3-2:2010 регламентує геодезичний контроль у процесі будівництва – інженер-геодезист регулярно перевіряє відповідність фактичного положення елементів тепломережі (трубопроводів, колодязів, камер) проектним координатам та відміткам. Згідно з нормами, результати такого контролю фіксуються у *“Журналі геодезичних робіт та геодезичного контролю”* і відображаються на виконавчих схемах. Вимоги до ведення цього журналу і складу виконавчої документації детально наведені в додатку до ДБН. По-третє, ДБН визначає порядок виконання виконавчої зйомки інженерних мереж. Інженер-геодезист після укладання труб виконує виконавче знімання траси теплотраси, отримані координати і висоти наносить на план, оформлює поздовжній профіль траси та виконавчі креслення, що додаються до акта приймання мережі. ДБН В.1.3-2:2010 таким чином охоплює всі аспекти геодезичного забезпечення: від розбивки осей до складання виконавчої документації, – і є основним нормативним посиланням для геодезиста при реконструкції теплових мереж.

ДБН В.2.5-39:2008 «Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі». Ці будівельні норми спеціально стосуються проектування та будівництва теплових мереж (систем теплопостачання та гарячого водопостачання). Хоча цей

документ в першу чергу адресований проектантам та будівельникам, інженер-геодезист під час виконання робіт з реконструкції теплотраси також керується окремими його положеннями. ДБН В.2.5-39:2008 визначає нормативні параметри прокладання трубопроводів: мінімально допустиму глибину закладання теплотраси, вимоги до похилів труб для дренажу, відстані від теплотрас до інших підземних комунікацій та фундаментів, габарити теплових камер, вимоги до засипки траншей тощо. Наприклад, нормами встановлено мінімальний захисний шар ґрунту над трубою (як правило, не менше 0,7–1,0 м залежно від умов прокладання), а у випадку мілкового закладання передбачено спеціальні теплові компенсаційні заходи. Геодезист забезпечує дотримання цих вимог на практиці: при розбивці траси в натурі він передає бригаді будівельників висотні репери, що відповідають проектним відміткам труби, контролює глибину траншеї та укладання трубопроводу нівеліром. Під час геодезичного контролю інженер-геодезист вимірює фактичні глибини залягання труб на кожній захватці та порівнює з проектом і нормою. Якщо виявлено відхилення, що перевищують допустимі за ДБН, він фіксує це в журналі та повідомляє технагляд для виправлення. Окрім того, ДБН «Теплові мережі» вимагає, щоб перед введенням в експлуатацію були підготовлені актуалізовані схеми мереж – геодезист виконує цю вимогу шляхом складення виконавчих схем, на яких відображено побудовану тепломережу з точними координатами та відмітками всіх елементів. Таким чином, хоча ДБН В.2.5-39:2008 переважно регулює технічні параметри теплотрас, інженер-геодезист прямо посилається на нього при контролі глибини та положення труб і оформленні виконавчих креслень тепломережі відповідно до нормативних вимог.

Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (збірник, 2001 р.). В процесі підготовки топографічних планів місцевості та виконавчих схем підземних комунікацій геодезист зобов'язаний використовувати стандартизовані умовні позначення. В Україні діє система умовних знаків для великомасштабних топопланів, видана українською мовою у 2001 році, яка встановлює графічні символи і кольори для різних об'єктів

місцевості та комунікацій. Зокрема, трубопроводи тепломережі на планах повинні позначатися умовними знаками встановленого зразка (лінії певного кольору і типу, спеціальні значки для камер, колодязів, введів тощо). Інженер-геодезист при складанні топографічного плану перед реконструкцією наносить всі наявні підземні мережі згідно з цими умовними знаками, що дозволяє коректно відобразити ситуацію для проектувальників. Після прокладання нових труб він оформлює виконавчий план – на ньому новозбудована теплотраса також відображається умовними позначеннями згідно стандарту, з підписами про діаметр труб, відмітки верху труби, матеріал тощо. Дотримання офіційного збірника умовних знаків є обов'язковим, оскільки це забезпечує єдиність і зрозумілість виконавчих креслень: такі плани легко читаються і перевіряються експлуатуючими організаціями. Таким чином, нормативний документ з умовними знаками регламентує оформлення усіх графічних матеріалів, які готує геодезист (топоплани, виконавчі схеми), і геодезист прямо посилається на нього, щоб обґрунтувати правильність креслень згідно з держстандартом.

1.2. Загальні відомості про об'єкт реконструкції

Об'єктом реконструкції є ділянка теплової мережі, розташована на території санаторію «Перемога» поблизу села Чайки.

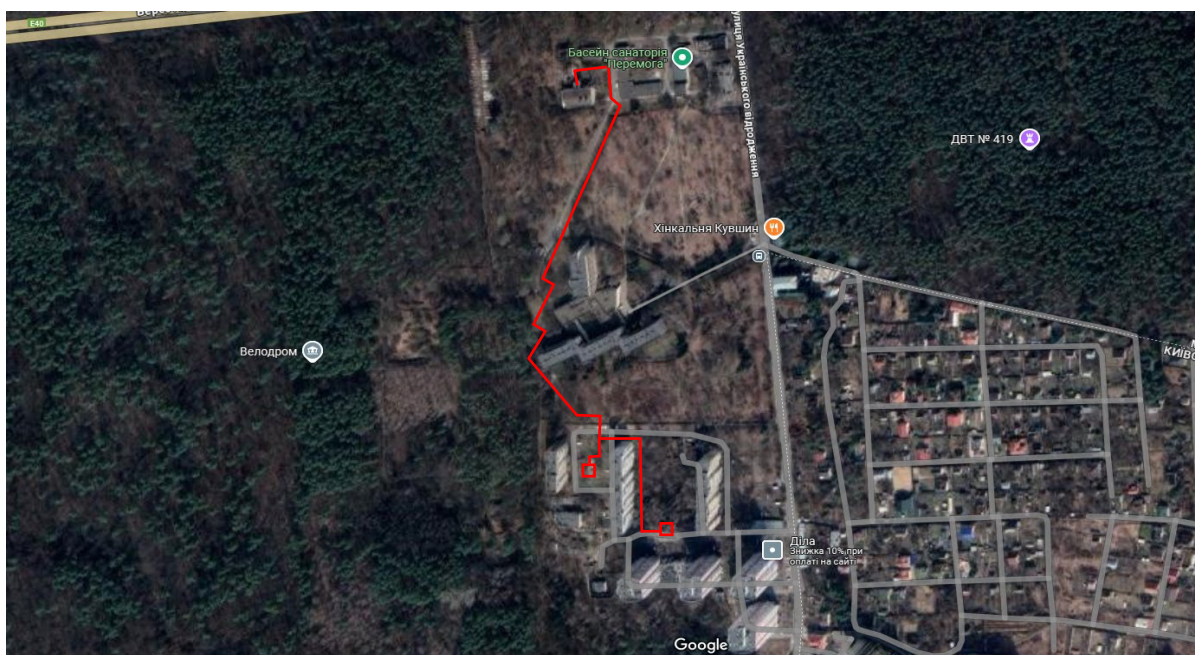


Рис. 1.2.1. Орієнтовне розташування траси реконструкції теплової мережі на знімку з GoogleMap

Даний трубопровід є частиною централізованої системи теплопостачання, яка забезпечує опалення та гаряче водопостачання окремих корпусів оздоровчого закладу.

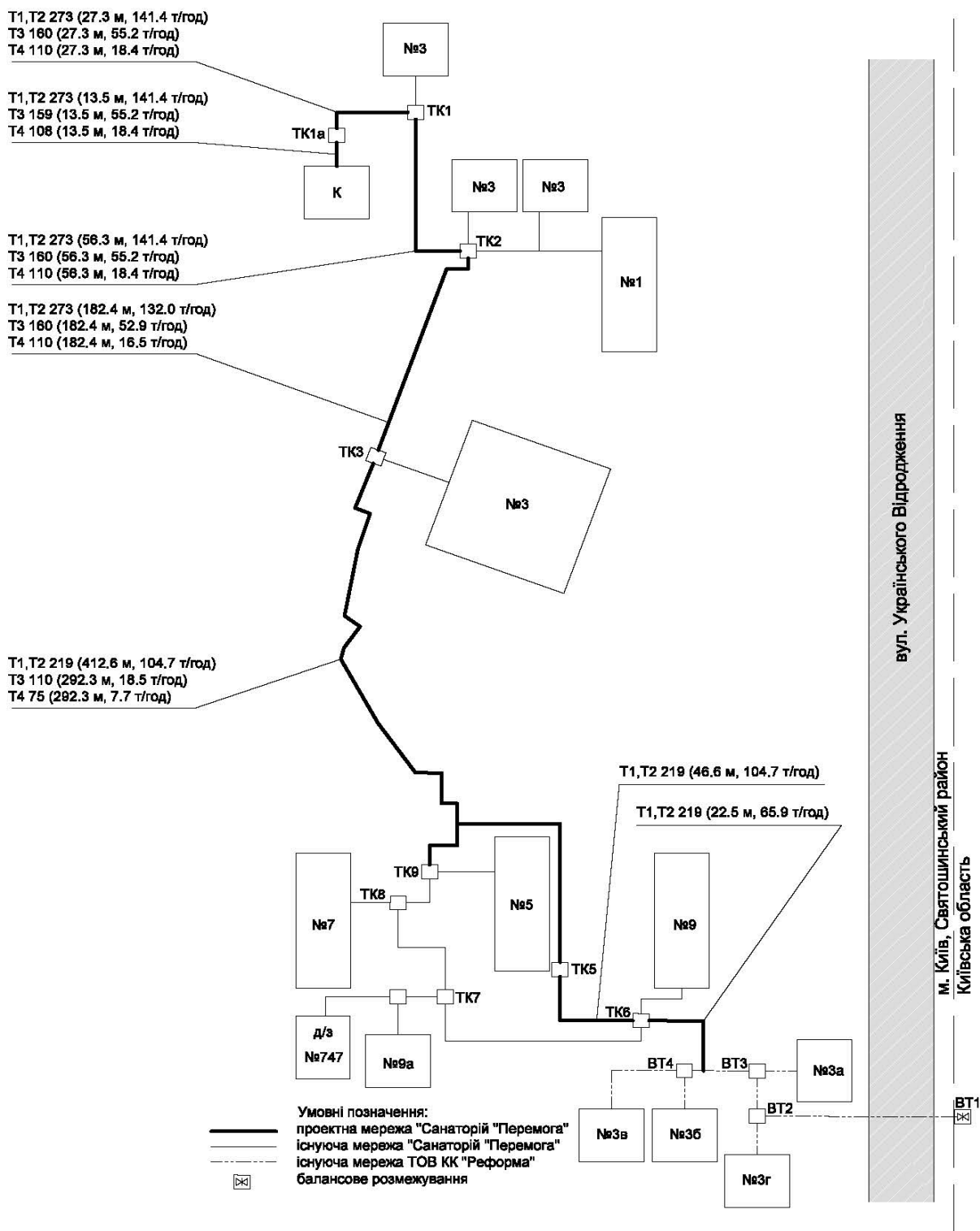


Рис. 1.2.2. Схема реконструкції теплових мереж та обладнання котельні «Санаторій Перемога» із підключенням ж/б.

Згідно з попередніми оцінками, тепломережа експлуатувалася протягом кількох десятиліть, що зумовило суттєвий знос її елементів. Стан ізоляції, труб, стиків та камер часто не відповідає сучасним вимогам, що проявляється у втраті тепла, порушеннях гідравлічного режиму, а також ускладненнях при обслуговуванні мережі. Оцінка технічного стану ділянки теплотраси перед реконструкцією передбачає візуальне обстеження, аналіз наявної виконавчої документації та трасопошукові роботи, які дають змогу визначити фактичне положення трубопроводу, камер і колодязів, включаючи невідображені у топографічних планах підземні комунікації.



Рис. 1.2.3. Відкриті ділянки теплової мережі перед демонтажем. Загальний вигляд трубопроводу в зоні корозії

У контексті проектування реконструкції необхідно враховувати численні чинники: щільність існуючої забудови, наявність інших інженерних мереж, обмеження щодо габаритів та глибини прокладки, санітарно-захисні зони, ухили місцевості тощо. У типових випадках реконструкція теплової мережі передбачає зсув траси відносно існуючої, вибір нової глибини прокладання з урахуванням нормативних вимог (зокрема, ДБН В.2.5-39:2008), покращення експлуатаційного доступу до камер, а також впровадження сучасних матеріалів труб (із попередньо змонтованою ізоляцією).

1.3. Вихідні геодезичні дані

Для виконання геодезичних робіт на об'єкті було використано топографічний план у масштабі 1:500, складений у місцевій системі координат

МСК-80, яка є локальною реалізацією державної геодезичної системи координат УСК-2000. Це забезпечує можливість точного перенесення проектних рішень на місцевість та їх узгодження з загальнодержавною координатною базою.

На топографічному плані зазначено два геодезичні репери з відомими координатами (Табл. 1.3.1) в системі МСК-80 та висотами в Балтійській системі висот 1977 року (БСВ-77). Ці пункти слугували основою для побудови будівельної системи координат об'єкта, яка забезпечує зручність виконання розбивочних та виконавчих робіт.

Табл. 1.3.1

№	X (м)	Y (м)	H (м)
ТП-1	5592453	3442991	152,35
ТП-2	5592460	3443007	152,11



Рис. 1.3.1. Геодезичні репери з відомими координатами у місцевій системі координат МСК-80.

Для забезпечення правильного орієнтування осей будівельної системи координат відносно місцевої системи координат МСК-80 було обчислено зворотну геодезичну задачу (Табл. 1.3.2.) за координатами двох опорних пунктів. Обчислений дирекційний кут використано для орієнтації нової системи з урахуванням напрямку трасування лінійної споруди та точного перенесення координатних даних.

Табл. 1.3.2.

	ТП-1 - ТП-2
ТП-1 (Y)	<i>3442991</i>
ТП-1 (X)	<i>5592453</i>
ТП-2 (Y)	<i>3443007</i>
ТП-2 (X)	<i>5592460</i>
▲ X	<i>7</i>
▲ Y	<i>16</i>
Tg r	<i>2,28571</i>
r	<i>66°22'14"</i>
αM1-M2	<i>66°22'14"</i>
Sin α	<i>0,91615</i>
Cos α	<i>0,40083</i>
S M1-M2	<i>17,464 м</i>
S M1-M2	<i>17,464 м</i>

Пункт ТП-1 прийнято за початок координат будівельної системи з умовними значеннями $X = 1000.000$ м, $Y = 2000.000$ м. Орієнтація осей системи здійснена на основі дирекційного кута, визначеного за координатами в системі МСК-80. Пункт ТП-2 має координати, обчислені шляхом розв'язання прямої геодезичної задачі.

ПГЗ для репера ТП-2:

$$\text{ТП} - 2 (X) = 1000,000 + \cos 66^{\circ}22'14'' * 17,464 = 1006,998 \text{ м}$$

$$\text{ТП} - 2 (Y) = 2000,000 + \sin 66^{\circ}22'14'' * 17,464 = 2016,000 \text{ м}$$

Враховуючи те, що на основі двох вихідних пунктів ТП-1 та ТП-2 була побудована будівельна система координат, а також виконано обчислення дирекційного кута шляхом розв'язання оберненої геодезичної задачі, стало можливим передавати координати на закладені геодезичні марки у межах об'єкта. Отримані дані дозволяють точно визначати положення проектних точок на місцевості та забезпечують повну узгодженість із прийнятою координатною базою.

Оскільки проектні елементи, такі як повороти траси та контури камер, задані в системі МСК-80, для їх точного перенесення на місцевість необхідно виконати трансформацію координат до будівельної системи координат.

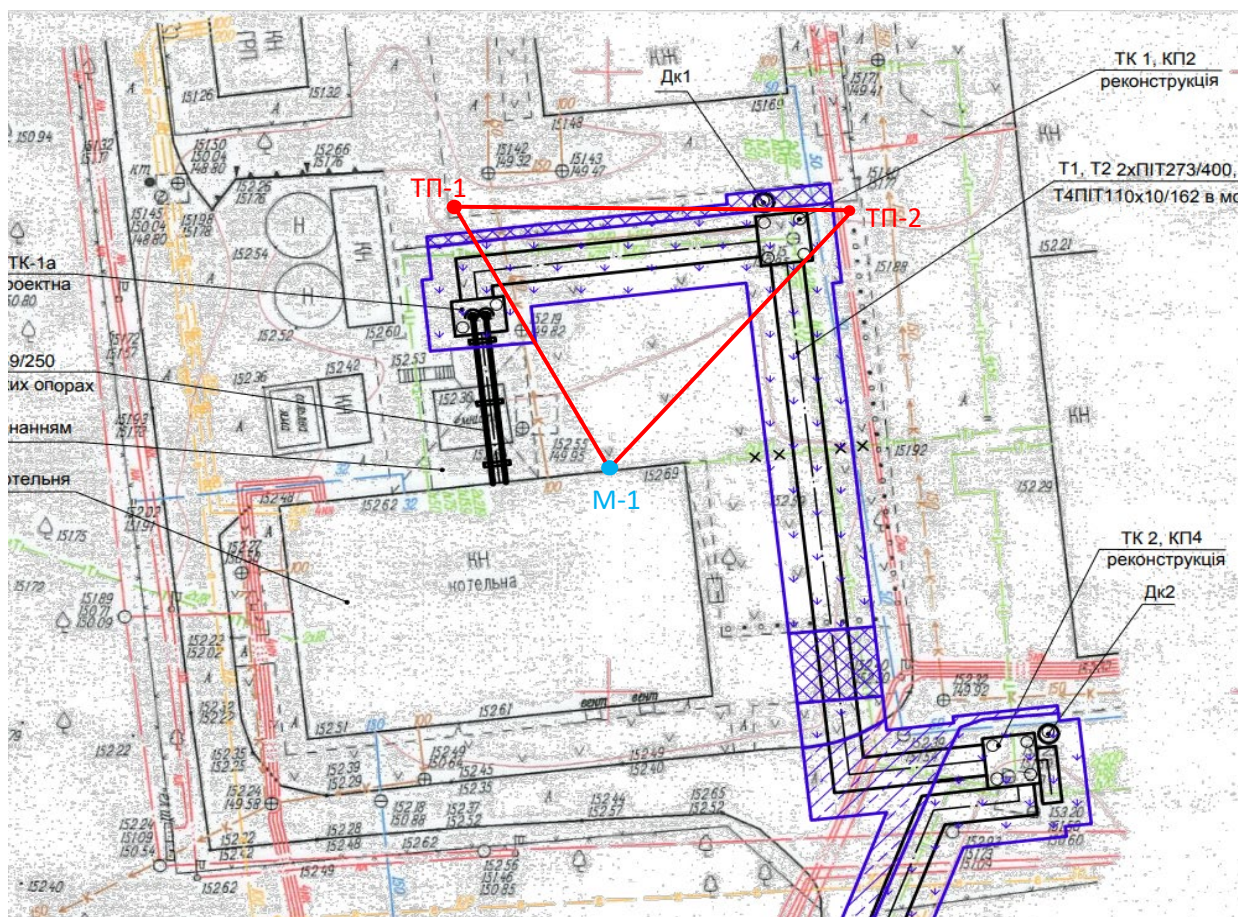


Рис. 1.3.2. Схема розташування реперів ТП-1, ТП-2 та марки М-1

Для забезпечення відповідності між локальними та будівельними даними виконується трансформація координат. Це дозволяє зберегти просторову узгодженість між проектом та реальним розташуванням елементів об'єкта. З цією метою до системи координат була спеціально додана третя точка — М-1 (марка на будівлі), яка забезпечила необхідний мінімум контрольних пар координат (Табл. 1.3.3.) для виконання афінного перетворення з високою точністю.

Табл. 1.3.3.

№	X (м)	Y (м)	X'(м)	Y' (м)
ТП-1	5592453	3442991	1000.000	2000.000
ТП-2	5592460	3443007	1007.000	2016.000
М-1	5592445	3443012	992.002	2020.999

X, Y = система координат МСК-80 (УСК-2000), X', Y' = будівельна система координат.

Для переходу від системи МСК-80 до будівельної системи координат використовують афінне перетворення координат у площині. Афінне перетворення описується системою рівнянь:

$$X' = a_0 + a_1 * X + a_2 * Y;$$

$$Y' = b_0 + b_1 * X + b_2 * Y.$$

Для визначення параметрів трансформації необхідно мати не менше трьох пунктів, координати яких відомі як у вихідній, так і в будівельній системі координат. У даному проекті для цього використано точки ТП-1, ТП-2 та М-1, координати яких були отримані за результатами GPS-спостережень та перенесені у будівельну систему координат.

На основі обчислень методом найменших квадратів отримано такі рівняння афінного перетворення:

$$X' = 0,9997323 * X - 0,0000095 * Y - 5589923,09;$$

$$Y' = 0,00005818 * X + 0,9999745 * Y - 3441228,74.$$

Ці рівняння дозволяють здійснювати точне перетворення координат з системи МСК-80 до будівельної системи.

Для контролю точності виконаного афінного перетворення було здійснено порівняння фактичних координат точок у будівельній системі координат із розрахованими координатами, отриманими в результаті трансформації з системи МСК-80.

Результати порівняння представлені в таблиці (Табл. 1.3.4.), яка демонструє відхилення кожної точки по X та Y. На підставі цих відхилень була розрахована середньоквадратична похибка (СКП) трансформації.

Табл. 1.3.4.

№	X'(м)	Y' (м)	Перетворені X'(м)	Перетворені Y' (м)	Різниця X'(м)	Різниця Y' (м)
ТП-1	1000.000	2000.000	1000,102	1999,833	+0,049	-0,021
ТП-2	1007.000	2016.000	1007,100	2015,833	+0,044	-0,019
М-1	992.002	2020.999	992,104	2020,832	+0,056	-0,017
					ΔX=+0,050	ΔY=-0,019

$$\text{СКП} = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)/n} = \sqrt{(+0,050^2 + (-0,019)^2)/3} = 0,030 \text{ м.}$$

Де:

- Δx і Δy — відхилення координат за осями X і Y для кожної точки
- n — кількість точок.

Отримане значення СКП дорівнює 0.030 м (3 см), що відповідає вимогам точності для геодезичних розбивочних робіт на об'єкті реконструкції теплової мережі. Таким чином, результати афінного перетворення координат можна вважати задовільними та придатними для подальшого використання у польових і виконавчих роботах.

Усі висотні відмітки, що використовуються у проекті, наведено у Балтійській системі висот 1977 року (БСВ-77). Перетворення висотної системи не здійснювалося, оскільки ця система задовольняє вимоги проекту, узгоджена з вихідними топографічними матеріалами та забезпечує необхідну точність для інженерно-геодезичних робіт.

Перехід на будівельну систему координат обумовлений необхідністю забезпечення зручності та точності виконання геодезичних робіт на об'єкті. Зокрема, використання GPS-приймачів на об'єкті ускладнено через щільність дерев та поганого зв'язку, що призводить до погіршення якості сигналу та зниження точності вимірювань. Створення будівельної системи координат дозволяє уникнути цих проблем, забезпечуючи стабільну та точну основу для геодезичних робіт.

1.4. Топографічна зйомка ділянки теплотраси

Перед початком геодезичного супроводу реконструкції теплової мережі, виконавець отримує готову топографічну зйомку ділянки, виконану попередньою геодезичною групою. Зйомка здійснюється у масштабі 1:500 комбінованим методом, що поєднує використання електронного тахеометра та супутникового GPS-обладнання. Такий підхід забезпечує високу точність визначення просторових координат об'єктів, особливо в умовах обмеженої видимості супутників у щільній забудові або під деревами, де GPS-сигнал може бути нестабільним.

У процесі зйомки використовуються такі прилади:

Тахеометр Sokkia CX-106: забезпечує точність вимірювання кутів 6", дальність безвідбивачевих вимірювань до 500 м, а з відбивачем — до 3 000 м. Прилад оснащений двовісним компенсатором та має ступінь захисту IP66, що дозволяє працювати в складних польових умовах.



Рис. 1.4.1. Електронний тахеометр Sokkia CX-106

Табл. 1.4.1. Характеристики тахеометра Sokkia CX-106

Характеристика	Значення
Кутова точність -	6" (секунд дуги)
Дальність безвідбивачевого вимірювання -	До 500 м
Дальність з відбивачем (призма) -	До 3000 м
Час вимірювання -	0.9 с (точний режим), 0.7 с (слідкуючий режим)
Тип дисплея -	Графічний, двосторонній, з підсвічуванням
Пило- та вологозахист -	IP66
Температурний діапазон роботи -	-20°C ... +60°C
Об'єм пам'яті -	До 10,000 точок вимірювання
Комунікації -	RS-232C, USB, Bluetooth
Живлення -	Акумулятор Li-ion, до 36 год роботи
Вага приладу -	5.3 кг (з батареєю)

GNSS RTK-приймач Trimble R8: підтримує 440 каналів для прийому сигналів від усіх основних супутникових систем (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, QZSS). Завдяки технології Trimble 360 та вбудованому модему, приймач

забезпечує високу точність позиціонування в реальному часі навіть у складних умовах прийому сигналу.



Рис. 1.4.2. GNSS RTK-приймач Trimble R8

Табл. 1.4.2. Характеристики GNSS RTK-приймача Trimble R8

GNSS	
кількість каналів	440
GPS	<i>L1C / A, L2C, L2E, L2P</i>
ГЛОНАСС	<i>L1C / A, L1P, L2C / A, L2P, L3</i>
Galileo	<i>L1 CBOC, E5A, E5B, E5AltBOC</i>
BeiDou (COMPASS)	<i>B1, B2</i>
SBAS	<i>QZSS, WAAS, EGNOS, GAGAN</i>
Антенa	<i>Внутрішня</i>
Технології	<i>Trimble Maxwell 6 Custom Survey, Trimble 360</i>
Поправки	<i>CMR +, CMRx, RTCM 2.1, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1</i>
Частота вимірів	<i>1 Гц, 2 Гц, 5 Гц, 10 Гц</i>
Точність	
Статика і швидка статика (в плані)	<i>3 мм + 0,5 мм / км</i>
Статика і швидка статика (по висоті)	<i>5 мм + 0,5 мм / км</i>
Кінематика (в плані)	<i>8 мм + 1 мм / км</i>
Кінематика (по висоті)	<i>15 мм + 1 мм / км</i>
RTK (в плані)	<i>8 мм + 1 мм / км</i>
RTK (по висоті)	<i>15 мм + 1 мм / км</i>
Дисплей	
Екран	<i>Індикація</i>
Управління	<i>Кнопка живлення</i>
Дані та пам'ять	
Внутрішня пам'ять	<i>56 МБ</i>

інтерфейс	
USB	<i>немає</i>
RS232	<i>Так</i>
Bluetooth	<i>Так</i>
радіомодем	<i>450 МГц, 0,5 Вт (опція)</i>
стільниковий модем	<i>GSM / GPRS / EDGE / UMTS / HSPA +</i>
Wi-Fi	<i>немає</i>
Електроживлення	
Час роботи	<i>2,5 – 5 год.</i>
акумулятор	<i>Знімна літій-іонна батарея напругою 7,4 В і ємністю 2,6 Ач</i>
Зовнішнє живлення	<i>11 – 28 В</i>
Фізичні характеристики	
Діапазон робочих температур	<i>- 40 °C +65 °C</i>
Пило / Водозахищеність	<i>IP67</i>
вага	<i>1,52 кг</i>

На топографічному плані детально відображаються:

- існуюча траса старої теплотраси;
- теплові камери та колодязі;
- підземні комунікації, включаючи водопровід, каналізацію, газопровід, електричні та зв'язкові кабелі;
- дорожня інфраструктура, включаючи проїзні частини, тротуари та бордюри;
- будівлі та споруди, розташовані в межах зони реконструкції.

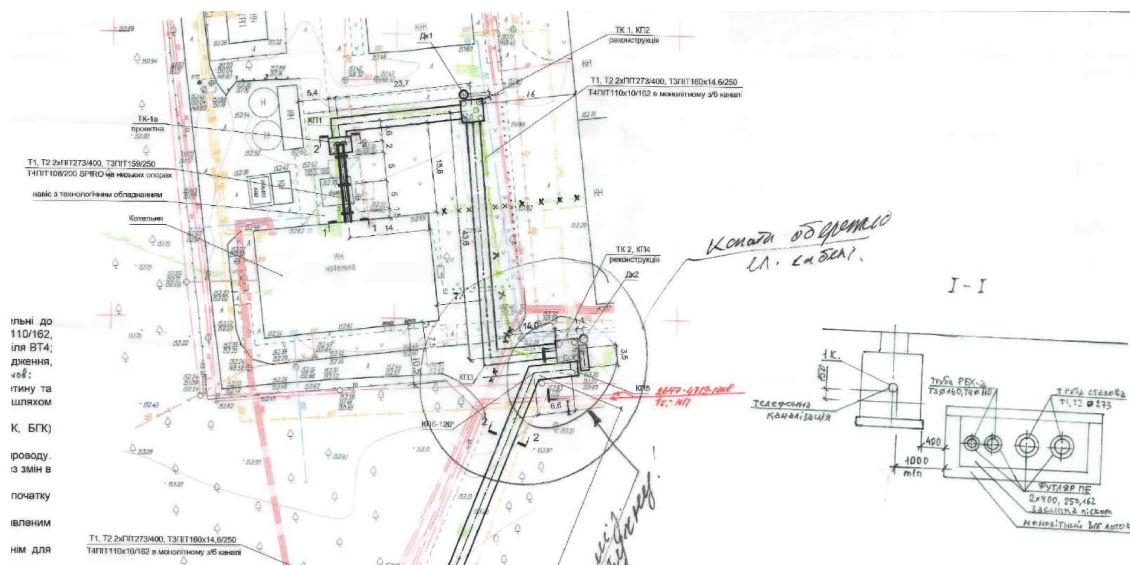


Рис. 1.4.3. Фрагменти топоплану (А)

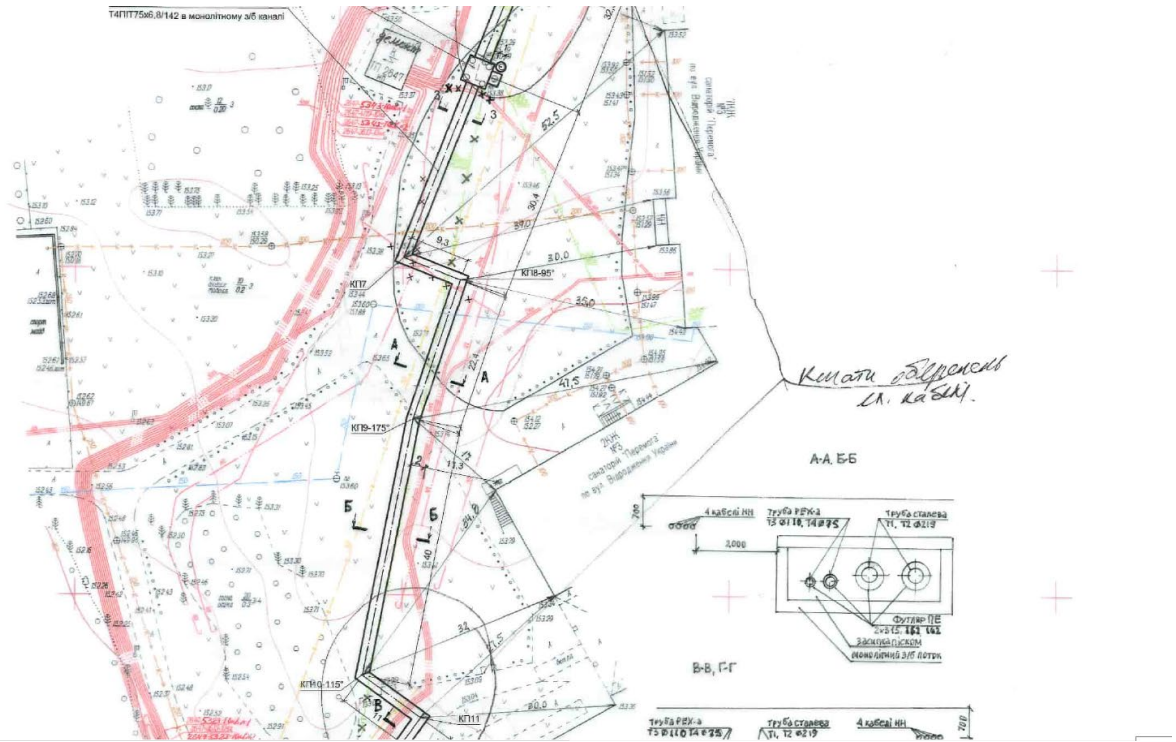


Рис. 1.4.4. Фрагменти топоплану (Б)

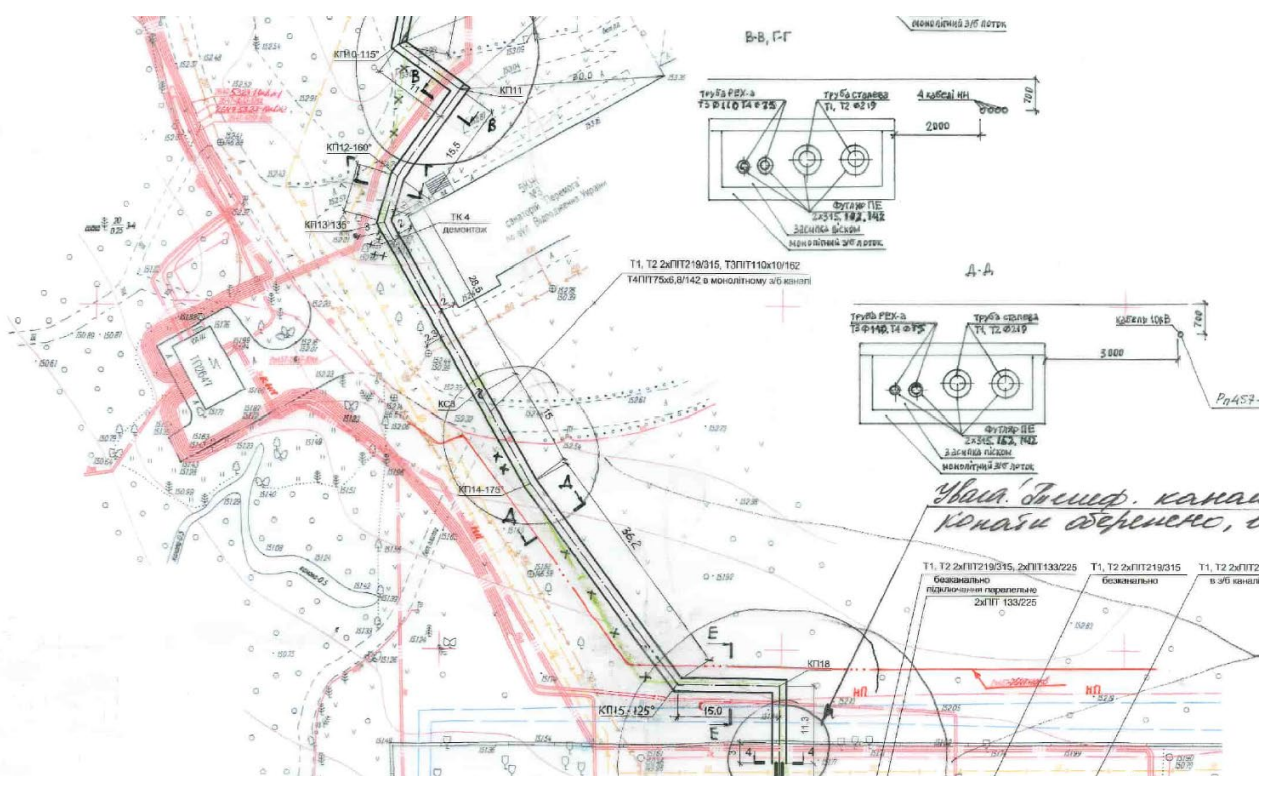


Рис. 1.4.5. Фрагменти топоплану (Б)

Всі об'єкти наносяться з відповідними висотними відмітками, що дозволяє точно визначити їх положення у просторі.

На основі отриманого та погодженого топографічного плану, проектною організацією розробляється новий маршрут прокладання теплової мережі. З метою оптимізації траси та уникнення перетинів з існуючими інженерними мережами, нова теплотраса проектується в обхід старої, з урахуванням технічних та економічних аспектів. Це дозволяє мінімізувати обсяги земляних робіт та зменшити ризики пошкодження діючих комунікацій під час будівництва.

Виконання топографічної зйомки без належного погодження з усіма відповідними експлуатуючими організаціями може призвести до серйозних наслідків:

1) Пошкодження підземних комунікацій: відсутність актуальної інформації про розташування існуючих мереж може спричинити їх випадкове пошкодження під час будівельних робіт, що призведе до аварійних ситуацій та додаткових витрат на ремонт.

2) Затримки в реалізації проекту: непередбачені обставини, пов'язані з виявленням неврахованих комунікацій, можуть призвести до зупинки будівельних робіт та необхідності внесення змін до проектної документації.

3) Юридичні наслідки: пошкодження мереж може стати підставою для пред'явлення претензій з боку експлуатуючих організацій, включаючи штрафні санкції та вимоги щодо відшкодування збитків.

4) Порушення нормативних вимог: відсутність погодження зйомки суперечить вимогам чинних нормативних документів, що може ускладнити процес отримання дозвільної документації та введення об'єкта в експлуатацію.

Таким чином, перед початком геодезичного супроводу реконструкції, виконавець отримує повний комплект топографічної документації, що включає актуальну ситуацію на місцевості та проект нової траси теплової мережі, що стає основою для подальших геодезичних робіт. Погодження топографічної зйомки з усіма зацікавленими організаціями є обов'язковим етапом підготовки до реконструкції теплової мережі, що забезпечує безпеку, ефективність та відповідність проекту встановленим стандартам.

1.5. Виявлення підземних комунікацій

Під час топографічної зйомки особливу увагу приділяють виявленню та фіксації підземних комунікацій. Це критично важливо, оскільки відсутність точних даних про розташування та глибину залягання існуючих мереж, зокрема старої теплотраси, може призвести до помилок у проектуванні та подальшому узгодженні проектної документації. Неправильне або неповне відображення підземних комунікацій на топографічному плані може стати причиною відмови в затвердженні проекту відповідними органами, такими як Водоканал, Київгаз, Укртелеком та іншими експлуатуючими організаціями.

Для виявлення підземних комунікацій застосовуються такі основні методи:

1) *Електромагнітна локація*: Цей метод базується на виявленні електромагнітного поля, яке створюється навколо струмонесучих кабелів або штучно індукується навколо металевих трубопроводів. Використовуються трасошукачі, що складаються з генератора та приймача. Генератор подає сигнал на комунікацію, а приймач вловлює відбитий сигнал, що дозволяє визначити місце розташування та глибину залягання об'єкта. Цей метод ефективний для виявлення металевих труб та кабелів.



Рис. 1.5.1. Зображення процес виконання методу *Електромагнітна локація* та трасо шукач С.А.Т+ / Genny+

2) *Георадар (GPR)*: Георадар випромінює електромагнітні імпульси, які проникають у ґрунт і відбиваються від підземних об'єктів. Аналіз відбитих

сигналів дозволяє створити зображення підземних структур, визначити їхнє розташування та глибину залягання. Цей метод ефективний для виявлення як металевих, так і неметалевих комунікацій.



Рис. 1.5.2. Зображення процес виконання методу *Георадар (GPR)* та Георадару Ditch Witch

3) *Акустичний метод*: Застосовується для виявлення порожнин або дефектів у трубопроводах. Акустичні прилади вловлюють звукові хвилі, що відбиваються від підземних об'єктів, дозволяючи визначити їхнє місце розташування.

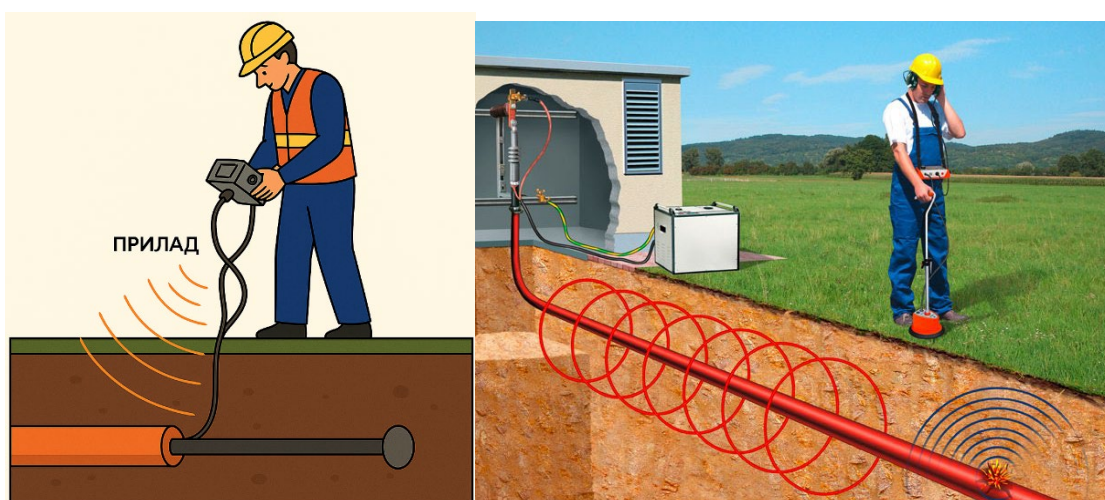


Рис. 1.5.3. Зображення процесу виконання методу *Акустичного*

Після виявлення підземних комунікацій їхнє положення фіксується за допомогою GPS-приймача або встановленням віхи з відбивачем безпосередньо

над виявленим об'єктом. Ці точки одразу ж включаються до топографічної зйомки, що забезпечує точність та актуальність даних для подальшого проектування.

У нашому випадку, на ділянці проектування не було виявлено підземних комунікацій, які потребували б заміни або оновлення, окрім самої теплотраси. Це дозволило зосередити зусилля на точному визначенні її розташування та глибини залягання, що є ключовим для успішного проектування нової траси та уникнення потенційних конфліктів з іншими підземними інженерними мережами.

Таким чином, виявлення та фіксація підземних елементів є невід'ємною частиною топографічної зйомки, що забезпечує безпеку та ефективність подальших будівельних робіт, а також сприяє своєчасному та успішному узгодженню проектної документації з відповідними органами.

1.6. Геодезичний супровід демонтажу теплотраси

Геодезичний супровід демонтажу теплотраси є важливим етапом підготовки до реконструкції теплових мереж. Маючи на руках погоджений топографічний план із зазначенням старої траси, її глибини залягання та планового положення, виконується в будівельній системі координат. Координати з додавковою інформацією наведені в (Табл. 1.6.1.)

(Табл. 1.6.1.)

№	X (м)	Y (м)	L (м)	Кут повороту °
ДТ-1	601,115	2185,595		
			9,32	
ДТ-2	609,575	2181,687		92°
			21,38	
ДТ-3	601,413	2161,925		123°
			36,41	
ДТ-4	622,148	2131,998		177°
			46,71	
ДТ-5	650,666	2095,003		141°
			128,56	
ДТ-6	775,663	2064,961		168°
			190,00	
ДТ-7	965,558	2058,620		115°

			7,74	
ДТ-8	969,101	2065,497		90°
			2,84	
ДТ-9	971,625	2064,197		-
			6,16	
ДТ-10	969,174	2057,617		116°
			46,57	
ДТ-11	1008,443	2027,317		90°
			28,15	
ДТ-12	995,972	2002,079		90°
			20,33	
ДТ-13	977,750	2011,083		
		Протяжність старої траси=	584,76 м	

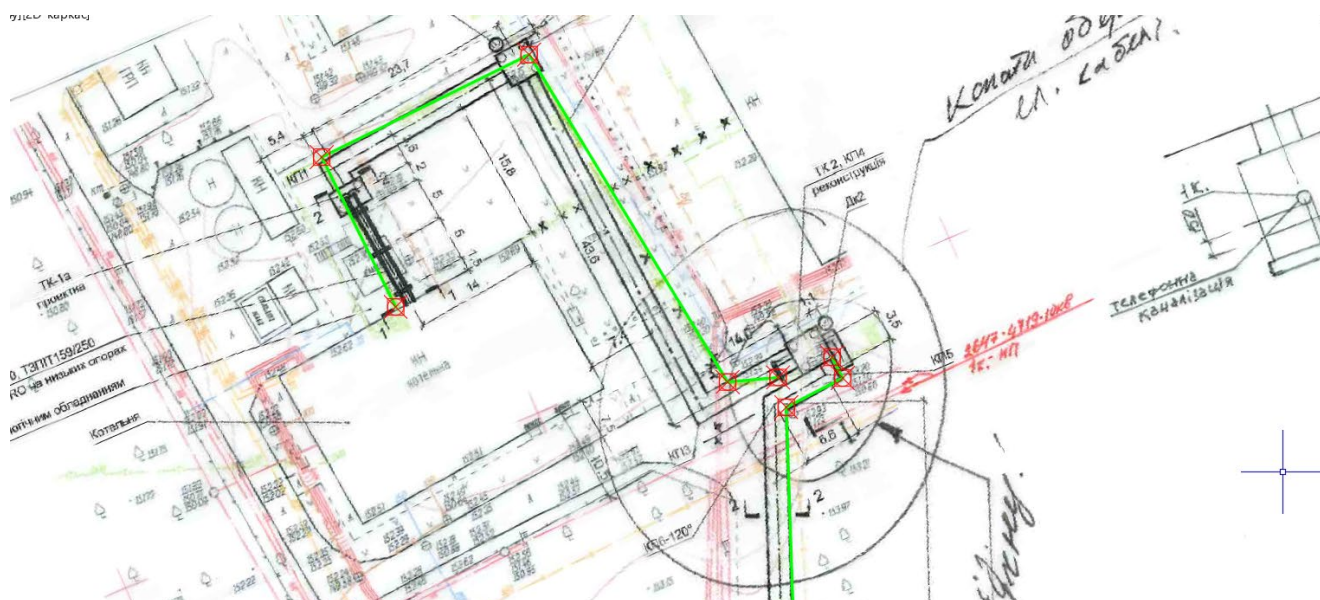


Рис. 1.6.1. Частина топоплану з виділеною вісю старої теплотраси (для демонтажу) (А).

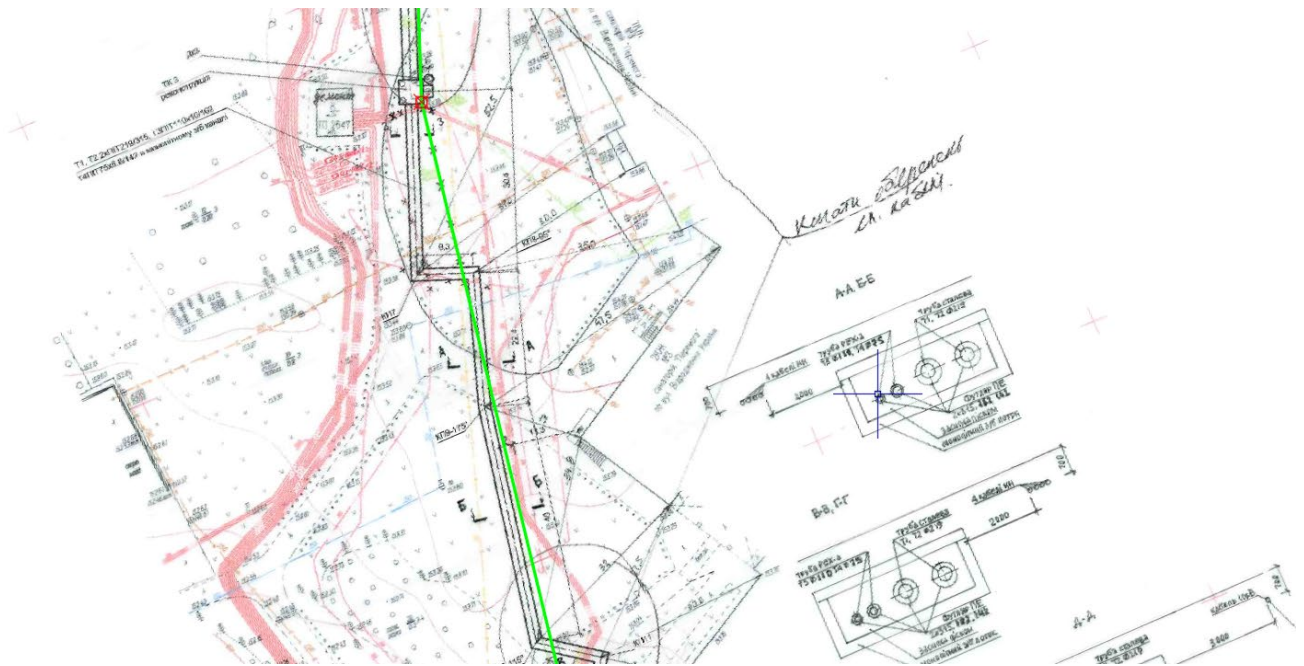


Рис. 1.6.2. Частина топоплану з виділеною вісю старої теплотраси (для демонтажу) (Б).

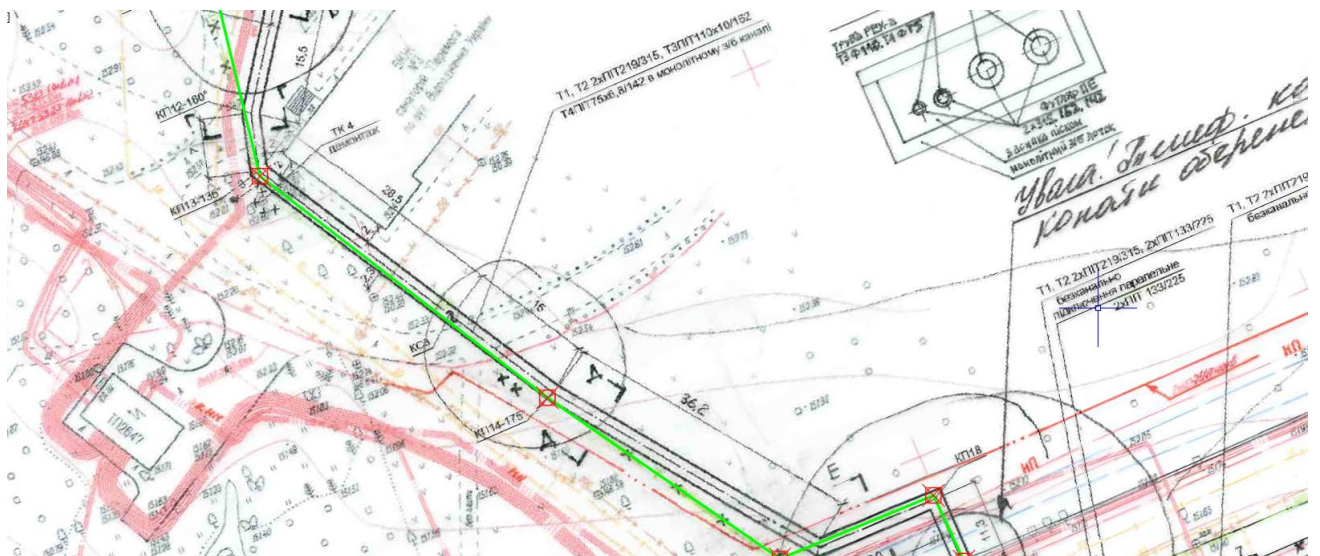


Рис. 1.6.3. Частина топоплану з виділеною вісю старої теплотраси (для демонтажу) (Г).

Винесення осей старої теплотраси на місцевість виконується методом полярних координат. Для цього на вихідному пункті встановлюється тахеометр, за допомогою якого вимірюються дирекційні кути та відстані до точок траси.

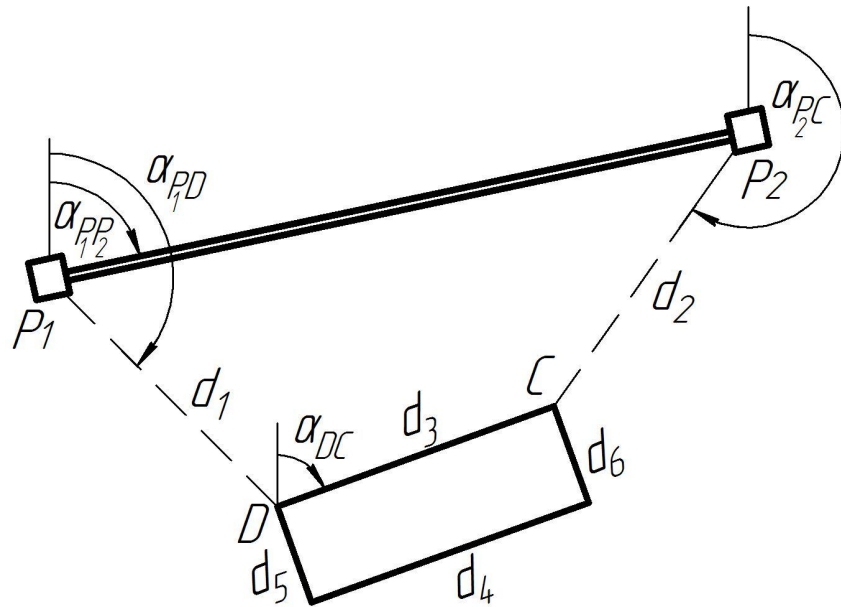


Рис. 1.6.4. Схема винесення точок осей способом полярних координат.

На місцевості встановлюються віхи або колишки, які з'єднуються сигнальною стрічкою, що дозволяє візуально окреслити трасу для подальших земляних робіт.



Рис. 1.6.5. Закріплення осей старої траси на місцевості.

Для демонтажних робіт теплотраси, де після винесення осі виконується розкриття існуючих мереж, фактичне положення труб коригується згідно з наявною ситуацією. Тому прийнятна похибка в межах ± 5 см у плані вважається задовільною для даного виду робіт.

Участь геодезиста в цьому процесі є необхідною для забезпечення відповідності виконаних робіт проектній документації. Геодезичний супровід дозволяє уникнути помилок при демонтажі та забезпечує ефективне планування подальших будівельних робіт.

РОЗДІЛ 2. ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА НОВОЇ ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ

2.1. Винесення проектної траси в натуру

Метою винесення проектної траси теплотраси в натуру є забезпечення точного перенесення проектного положення осі теплотраси на місцевість для подальшого виконання будівельно-монтажних робіт згідно з проектною документацією.

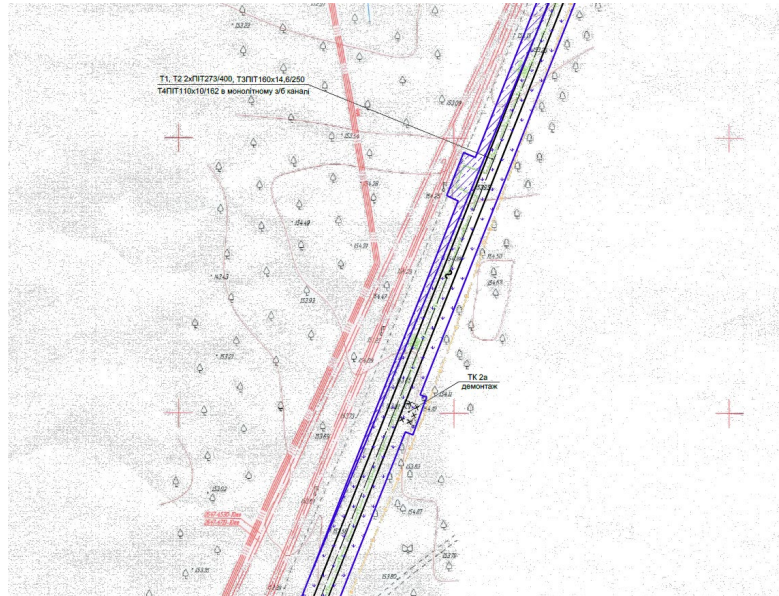


Рис. 2.1.1. Проектне положення нової траси (А).

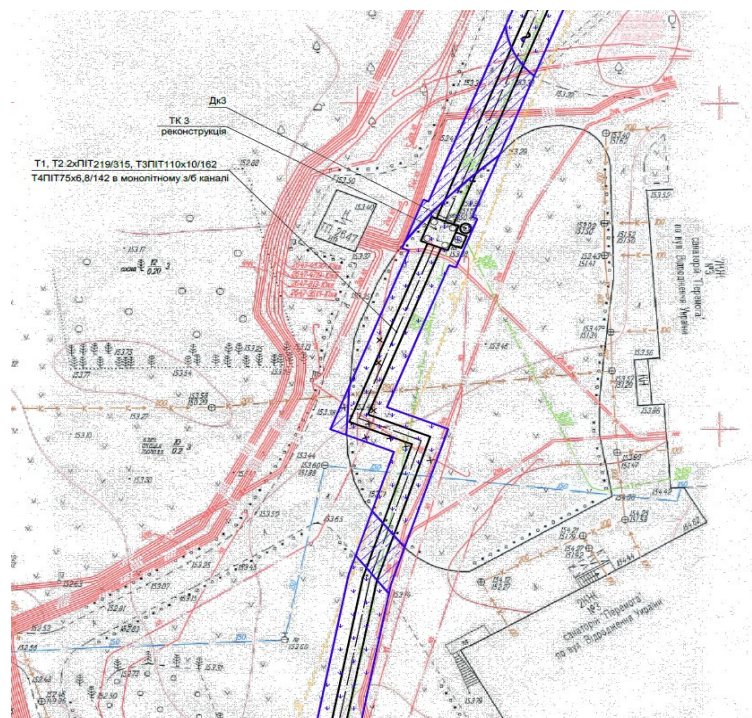


Рис. 2.1.2. Проектне положення нової траси (Б).

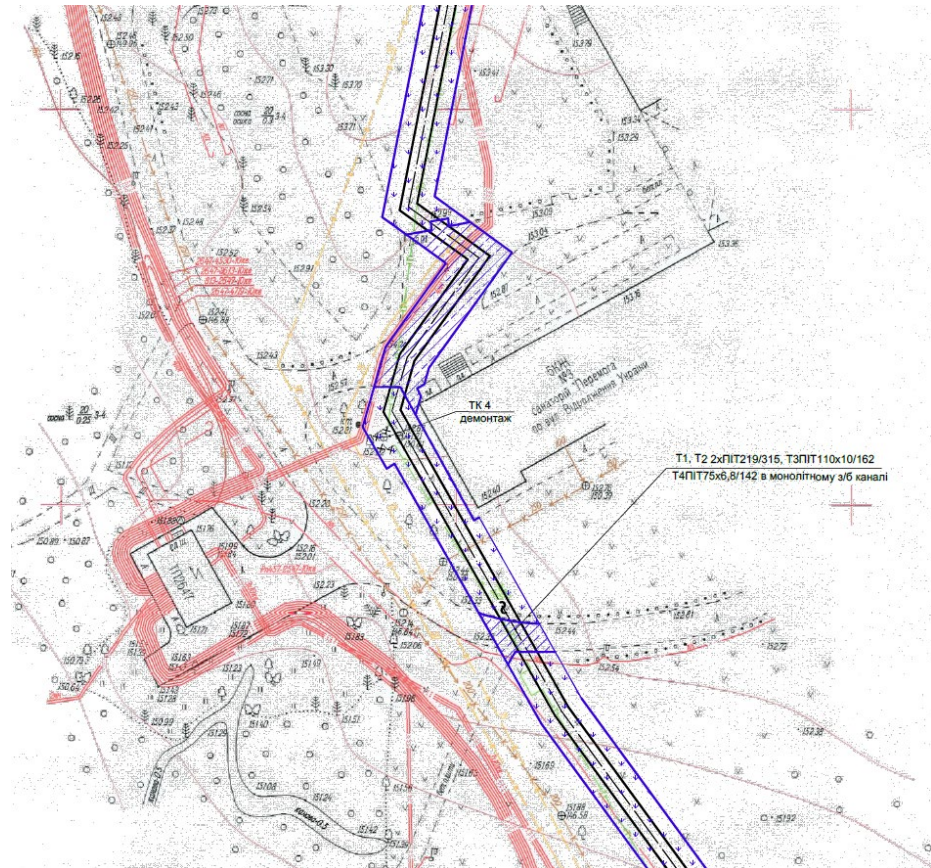


Рис. 2.1.3. Проектне положення нової траси (Г).

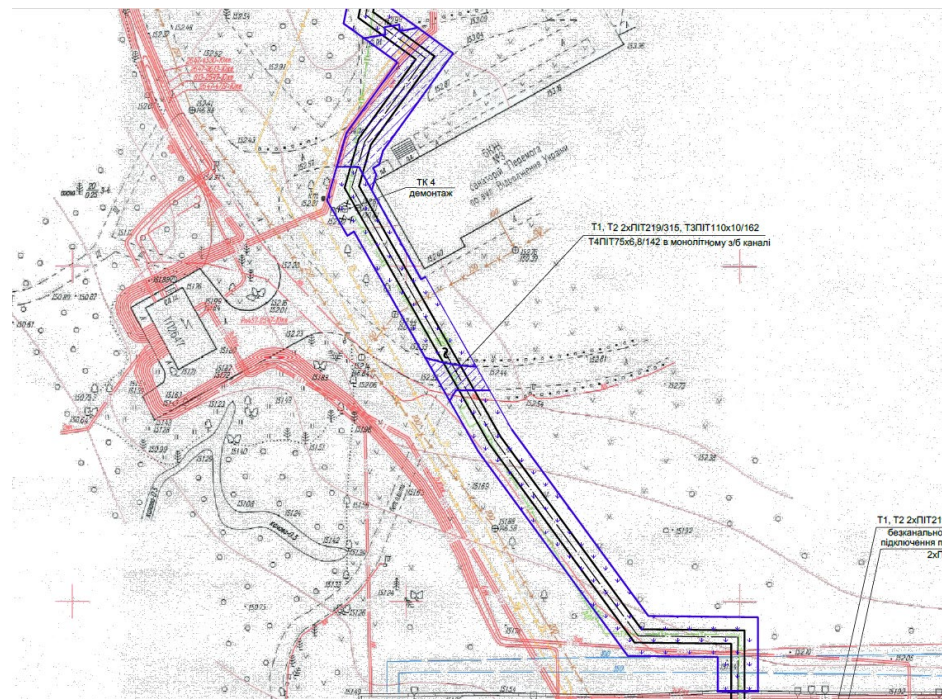


Рис. 2.1.4. Проектне положення нової траси (Д).

Винесення осі теплотраси виконувалося методом полярних координат. Цей метод передбачає визначення положення точки за допомогою дирекційного кута та відстані від відомої точки з відомими координатами. Розрахунок дирекційних кутів і відстаней здійснювався на основі координат пунктів геодезичної основи та проектних точок траси (Табл. 2.1.1).

Табл. 2.1.1

№	X (м)	Y (м)	L (м)	Кут повороту °
КП-19	590,966	2189,628		
			11,3	
КП-18	608,969	2181,75		90°
			15	
КП-15	602,988	2166,897		125°
			36,2	
КП-14	622,93	2132,639		175°
			28,5	
КП-13	651,352	2094,949		135°
			7	
КП-12	658,878	2093,917		160°
			15,5	
КП-11	675,505	2097,396		90°
			11	
КП-10	678,315	2085,822		115°
			40	
КП-9	720,709	2076,709		175°
			22,4	
КП-8	744,939	2074,184		95°
			9,3	
КП-7	744,64	2064,257		90°
			200,5	
КП-6	966,064	2057,193		120°
			6,6	
КП-5	969,646	2063,394		90°
			3,5	
КП-4	971,626	2059,539		90°
			14	
КП-3	965,272	2048,396		90°
			43,6	
КП-2	1007,514	2026,044		90°
			23,7	

КП-1	994,614	2003,647		
			L _{сум} = 488,10	

Для виконання робіт використовували електронний тахеометр Sokkia CX-106, який забезпечує вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів, а також відстаней з високою точністю. Також застосовували геодезичні віхи з відбивачами для точного наведення тахеометра та нівелір для перевірки висотних відміток у разі необхідності.

Процедура винесення включала встановлення тахеометра на пункті геодезичної основи з відомими координатами, орієнтування приладу на інший пункт основи для визначення дирекційного кута, визначення положення проєктних точок осі теплотраси за допомогою дирекційних кутів та відстаней, а також фіксацію положення точок на місцевості.

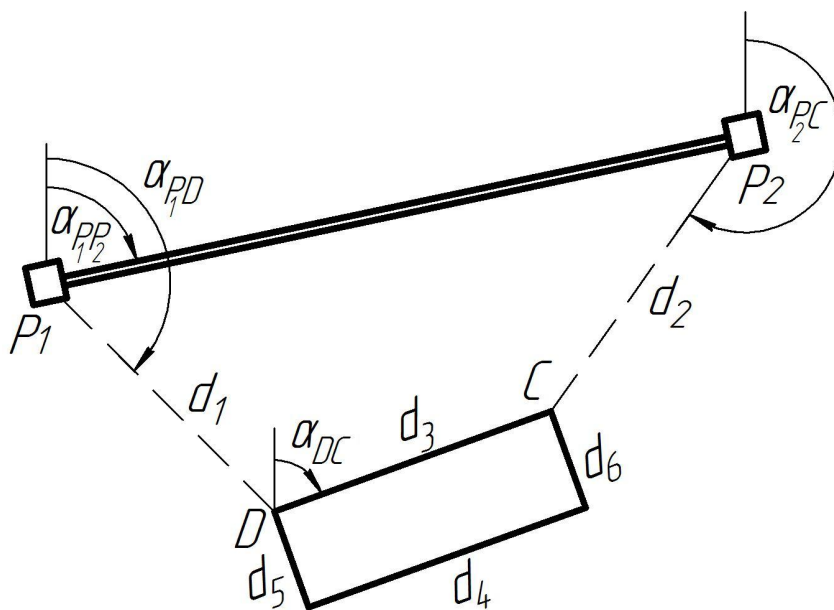


Рис. 2.1.2. Схема винесення точок осей способом полярних координат.

Табл. 2.1.1 (ОГЗ для поворота КП-9)

	МПП*-КП9
МПП* (Y)	2064,946
МПП* (X)	728,298
КП-9 (Y)	2076,71
КП-9 (X)	720,709
▲ X	7,589
▲ Y	-11,763

Tg r	<i>1,55001</i>
r	<i>57,17</i>
α	<i>302,83</i>
Sin α	<i>-0,84028</i>
Cos α	<i>0,54215</i>
S	<i>13,998</i>
S	<i>13,999</i>

* = місце положення приладу.

Після визначення положення кожної точки осі теплотраси, вона закріплювалася на місцевості за допомогою дерев'яних або металевих кілочків, вбитих в землю. Для візуального позначення використовували сигнальну стрічку або фарбу. У місцях з інтенсивним рухом або можливістю пошкодження застосовували металеві штифти або бетонні маркери для більш надійного закріплення.

Згідно з ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи у будівництві", точність розмічувальних робіт повинна відповідати вимогам проєктної документації. У випадках, коли проєктна документація не містить конкретних допусків, точність розмічувальних робіт слід визначати спеціальними розрахунками за умовами, наведеними в проєктній документації.

У практиці геодезичних робіт, згідно з рекомендаціями фахівців, допустимі відхилення при винесенні осей інженерних мереж можуть становити в плановому положенні ± 5 см та у висотному положенні ± 3 см.

Після завершення винесення осі теплотраси проводилося контрольне знімання для перевірки відповідності фактичного положення точок проєктному. Результати фіксувалися у виконавчій документації, яка включала схеми розміщення точок, координати та відомості про використане обладнання.

2.2. Розрахунок об'ємів земляних робіт (висипка, засипка)

Для визначення об'ємів земляних робіт на підставі проєктного поздовжнього профілю траси тепломережі було згенеровано дві цифрові поверхні в середовищі AutoCAD Civil 3D – поверхню існуючого рельєфу та проєктну поверхню дна траншеї. У Civil 3D передбачено спеціальні інструменти обчислення об'ємів шляхом порівняння двох TIN-поверхонь, зокрема типу TIN

Volume Surface. При створенні Volume Surface у кожній точці результативної поверхні висота дорівнює різниці між висотою порівнюваної (існуючого рельєфу) та базової (проектної поверхні дна траншеї) поверхні. Це дає змогу точно обчислити об'єм виїмки ґрунту, необхідний для формування траншейного рову.

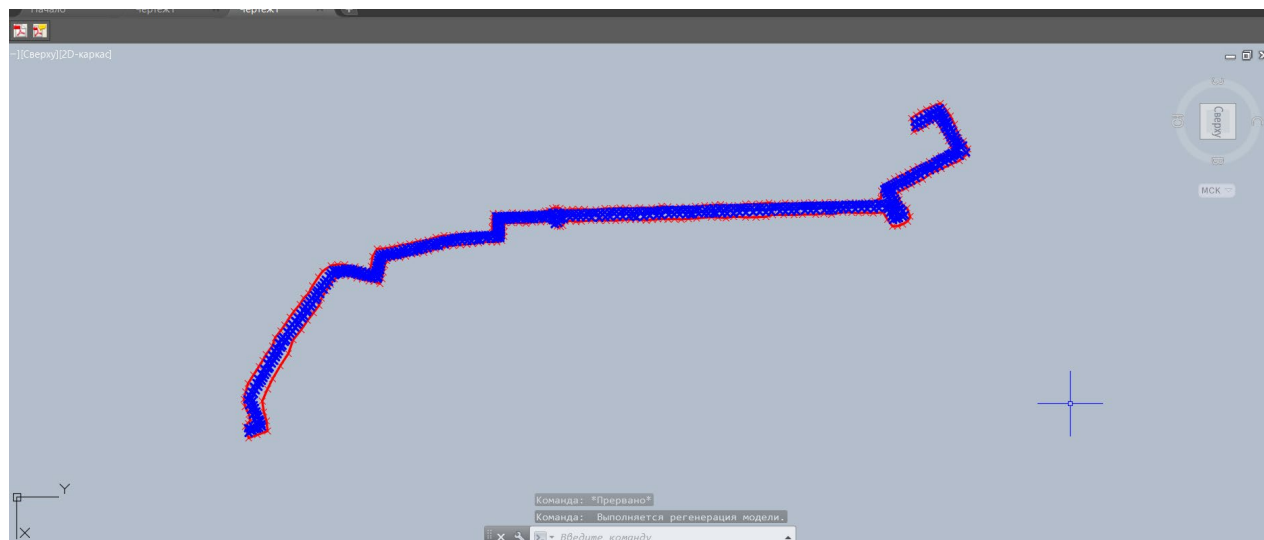


Рис. 2.2.1. Хмара точок отриманих при зніманні котловану

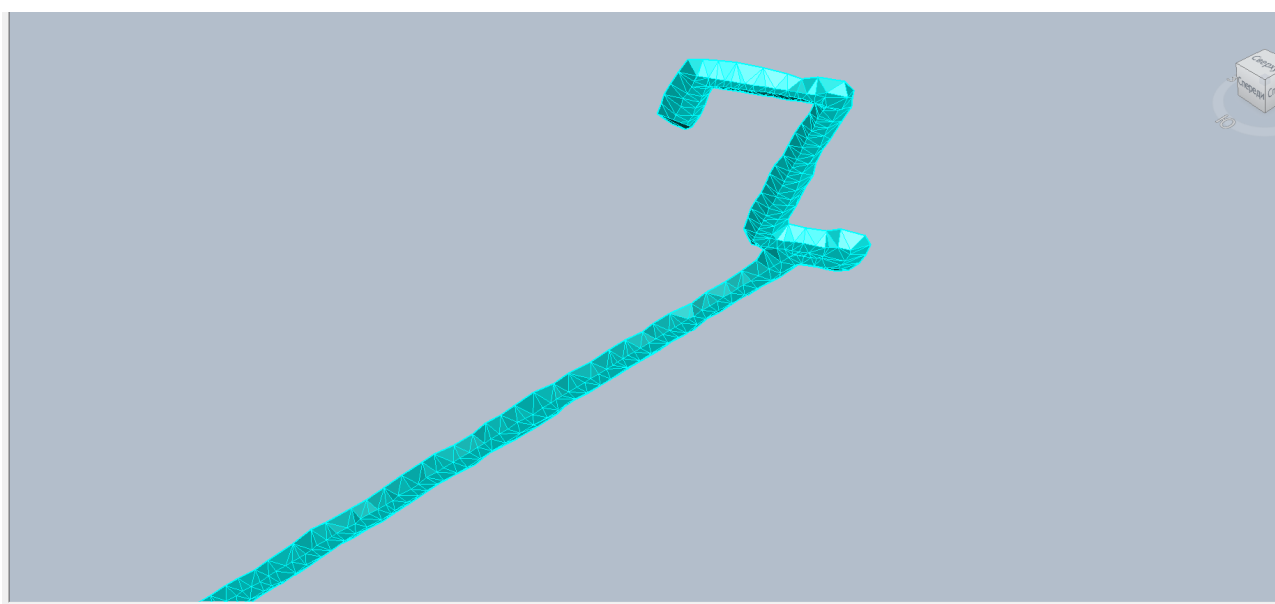


Рис. 2.2.3. Сформована з сфари точак обе'мна поверхня котловану (А)

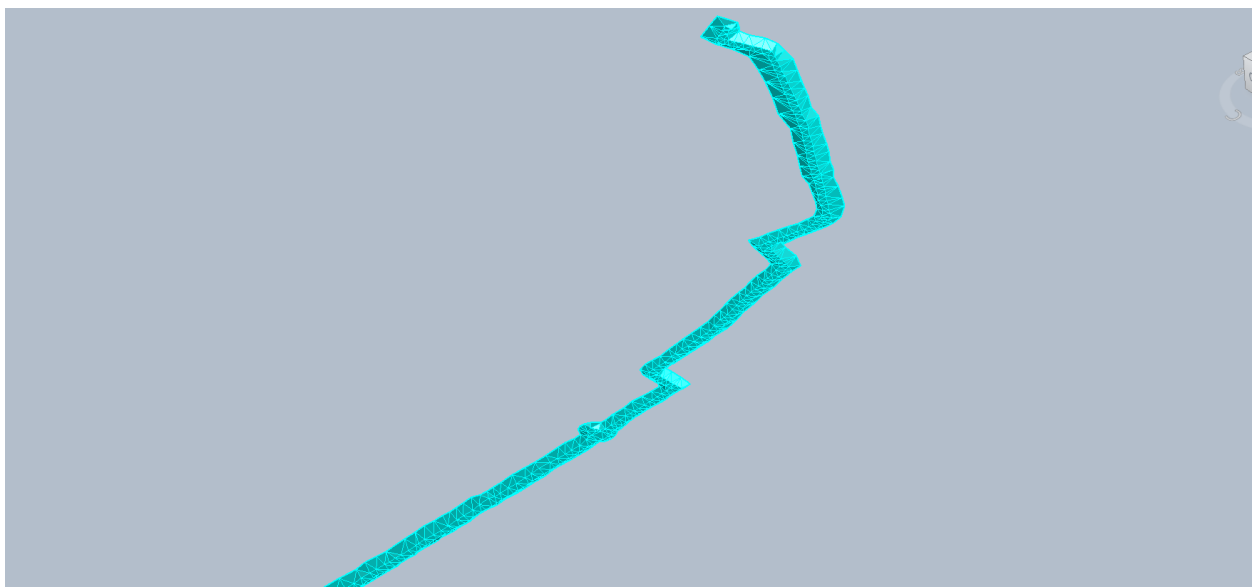


Рис. 2.2.4. Сформована з сфари точак об'ємна поверхня котловану (Б)

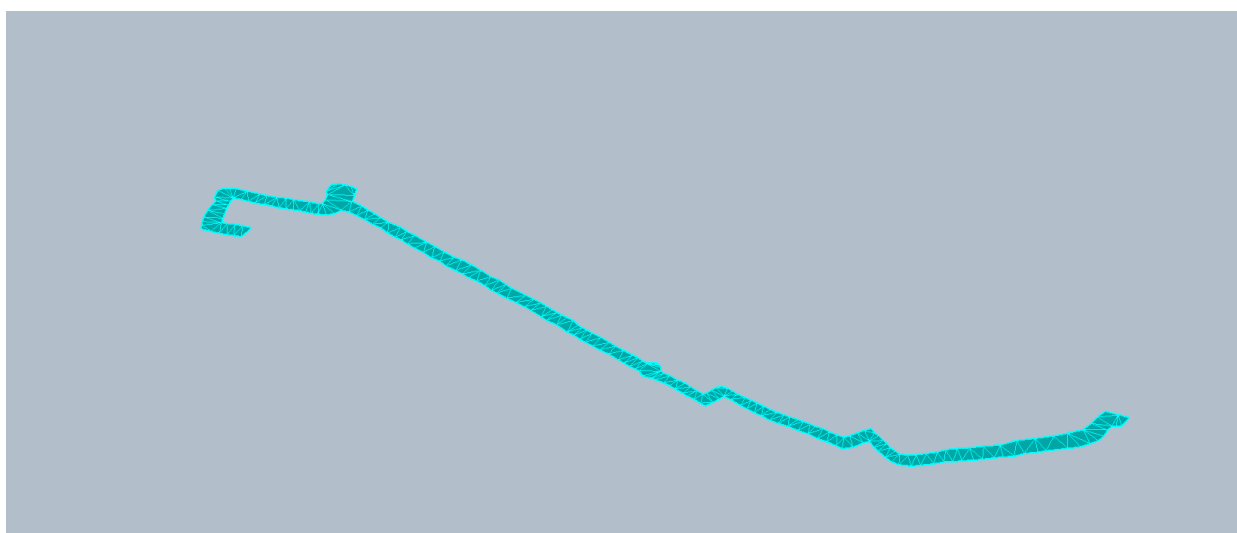


Рис. 2.2.5. Сформований верх котловану.

Об'єм виїмки (активної викопки, або висипки) визначався як різниця між об'ємами двох поверхонь – існуючої поверхні рельєфу і поверхні дна траншеї, створеної за проектом. Практично обчислення виконувалися на основі даних TIN-реалізації поверхонь: площі поперечних перерізів між існуючим рельєфом і проектним дном були сформовані цифрово, а потім підраховані за допомогою інструментів Volume Surface. Таким чином об'єм виїмки відповідав обсягу ґрунту, який вилучається при ритті траншеї, і дорівнював інтегральній різниці висот двох поверхонь.

$$V \text{ виїмки} = 5168,95 \text{ м}^3.$$

Об'єм засипки (після встановлення інженерних споруд у траншею) обчислювався як різниця між зовнішнім об'ємом виїмки та об'ємом встановленої конструкції тепломережі. Іншими словами, після прокладання трубопроводу з футляром або оболонкою в траншеї визначалися загальний обсяг викопаної порожнини та обсяг самої трубопровідної споруди. Різниця цих величин і давала об'єм зворотного засипання ґрунту (утримуючи необхідні конструктивні зазори під трубами та над ними). При цьому у програмі Civil 3D створювалася аналогічна поверхня порожнини траншеї (з урахуванням труб, футляру тощо) – її обсяг порівнювався з об'ємом вилученого ґрунту і вихідною конструкцією споруди.

$$V \text{ засипки} = 4309,894 \text{ м}^3$$

У побудові проектної поверхні враховувалися нормативні поперечні та поздовжні ухили траншеї, габарити і розташування трубопровідної конструкції (глибина траншеї, товщина футляру, марка труби та ін.), що забезпечило відповідність розрахунків проектним умовам. Автоматизований розрахунок проводився в середовищі AutoCAD Civil 3D з використанням інструменту створення TIN Volume Surface: у цьому режимі безпосередньо здійснюється порівняння двох поверхонь – натуральної (існуючого рельєфу) та проектної – для одержання об'ємів висипки та засипки. Програма надає можливість проаналізувати результати як у цілому, так і по окремим ділянкам, гарантуючи високу точність обчислень згідно з методикою автоматизованого інтерполяційного порівняння висот.

У середовищі AutoCAD Civil 3D точність обчислення об'ємів залежить від щільності вихідної сітки трикутників у TIN-поверхні, яка в цьому випадку була не менш ніж 0,5 м, що дозволяло детально відобразити форму дна траншеї та рельєфу. Алгоритми розрахунку об'ємів у Civil 3D реалізують методику інтегрального порівняння висот на всій площі між двома поверхнями, що дозволяє досягти точності розрахунку об'єму ґрунту в межах $\pm 2-3\%$ для типових інженерних ситуацій. Такий рівень точності є достатнім для складання проектної документації, підготовки кошторисних матеріалів та проведення виконавчого

контролю, що підтверджується галузевою практикою і регламентами програмного забезпечення.

2.3. Геодезичний контроль глибини траншей

У процесі будівництва теплової мережі важливим етапом є геодезичний контроль відповідності фактичних геометричних параметрів траншей та прокладених труб проєктним вимогам. Для цього використовувалися висотні репери, створені на основі даних топографічної зйомки ділянки. Висоти опорних об'єктів, таких як люки та кути будівель, зазначені на плані, дали змогу закласти локальні висотні репери. Перевірка їх точності здійснювалася шляхом контрольних засічок на інші елементи місцевості з відомими позначками. Різниця висот при цьому не перевищувала допустимих значень, що дозволило використовувати репери як вихідну базу для подальших вимірювань.

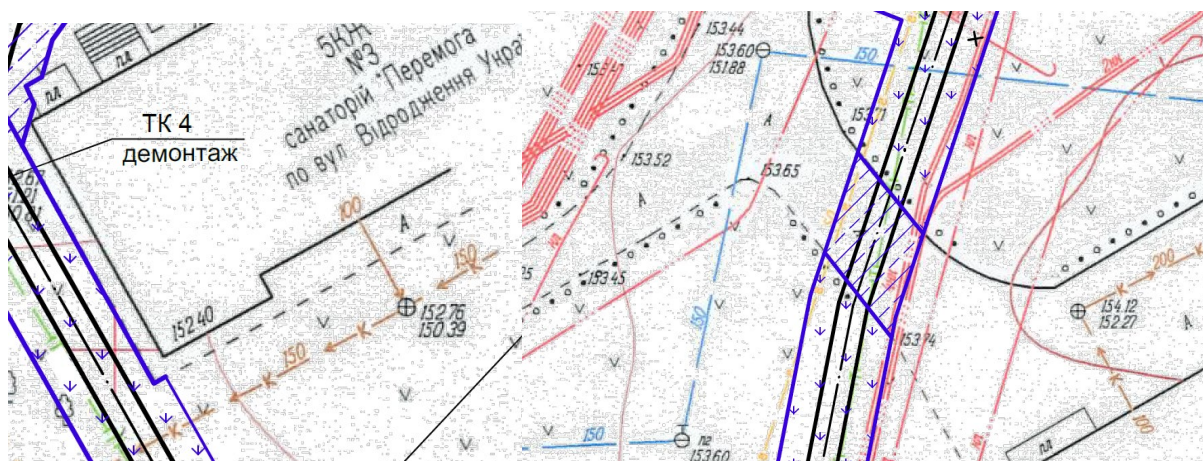


Рис. 2.3.1. Висотні відмітки які зазначені на плані. (люки, кути будівель)

Особливістю цього етапу було те, що в наявності був повздовжній профіль траси, наданий у складі проєктної документації. Він містив проєктні відмітки низу траншеї на ключових точках, що дозволяло орієнтуватися в просторі та оперативно контролювати глибину розробки ґрунту. Виконання контролю здійснювалось з використанням тахеометра способом тригонометричного нівелювання, за допомогою якого відмітки передавались безпосередньо на дно котловану.

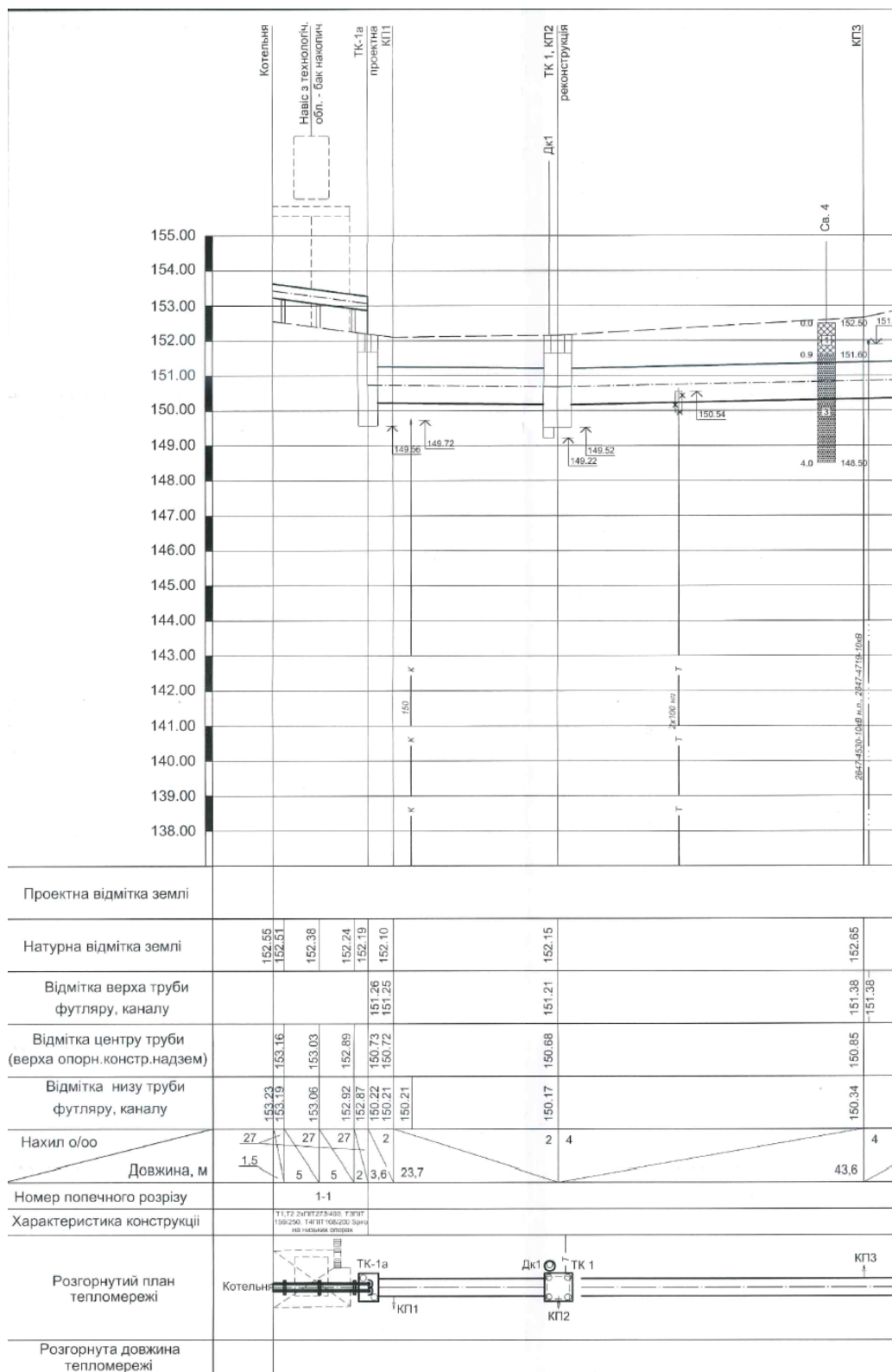


Рис. 2.3.2. Частина повздовжнього профілю траси.

Глибина траншей перевірялася у процесі розробки ґрунту по всій довжині траси. В основу контролю було покладено проектний поздовжній профіль, на якому були задані відмітки початку і кінця ділянки. На практиці для проміжних точок відмітки визначалися за допомогою лінійної інтерполяції — відстань між

початковою і кінцевою точками множилася на проектний ухил 0,002, і таким чином визначалася контрольна відмітка для кожної попередньо заданої позиції через 2–3 метри. Отримані дані дозволили точно контролювати глибину траншеї у всіх характерних місцях.

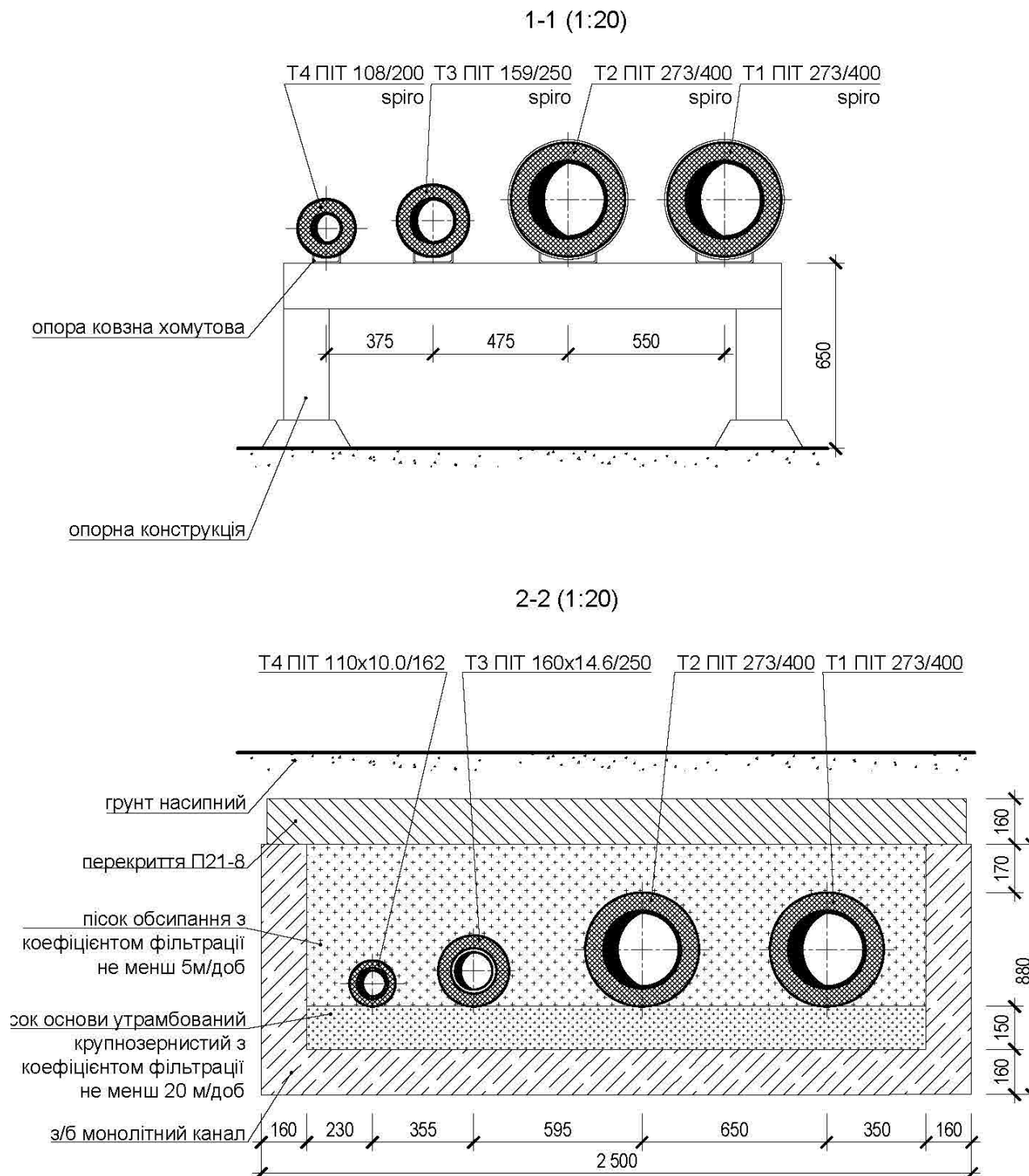
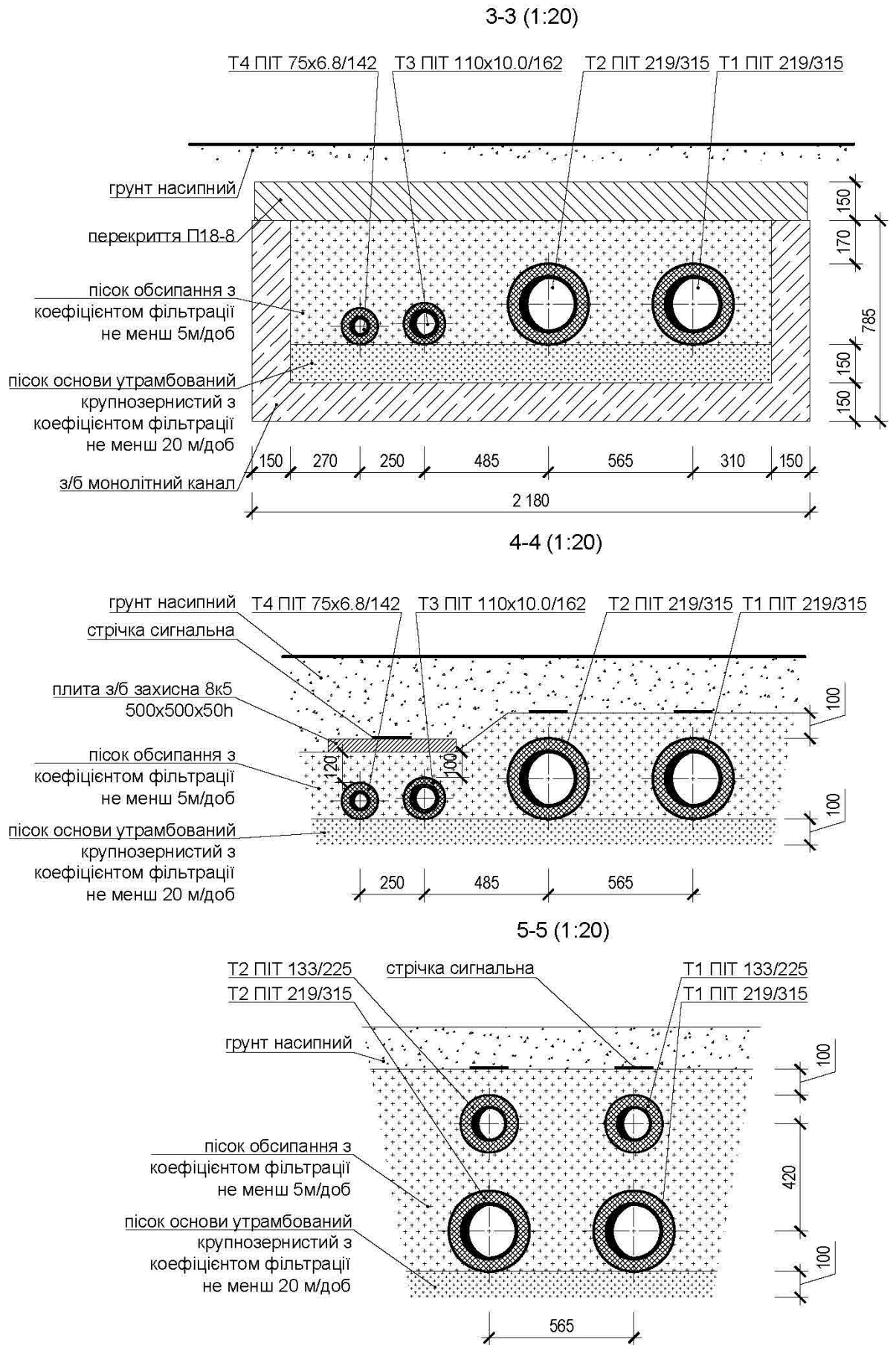


Рис. 2.3.3. Розрізи тепломеханічних систем (А)



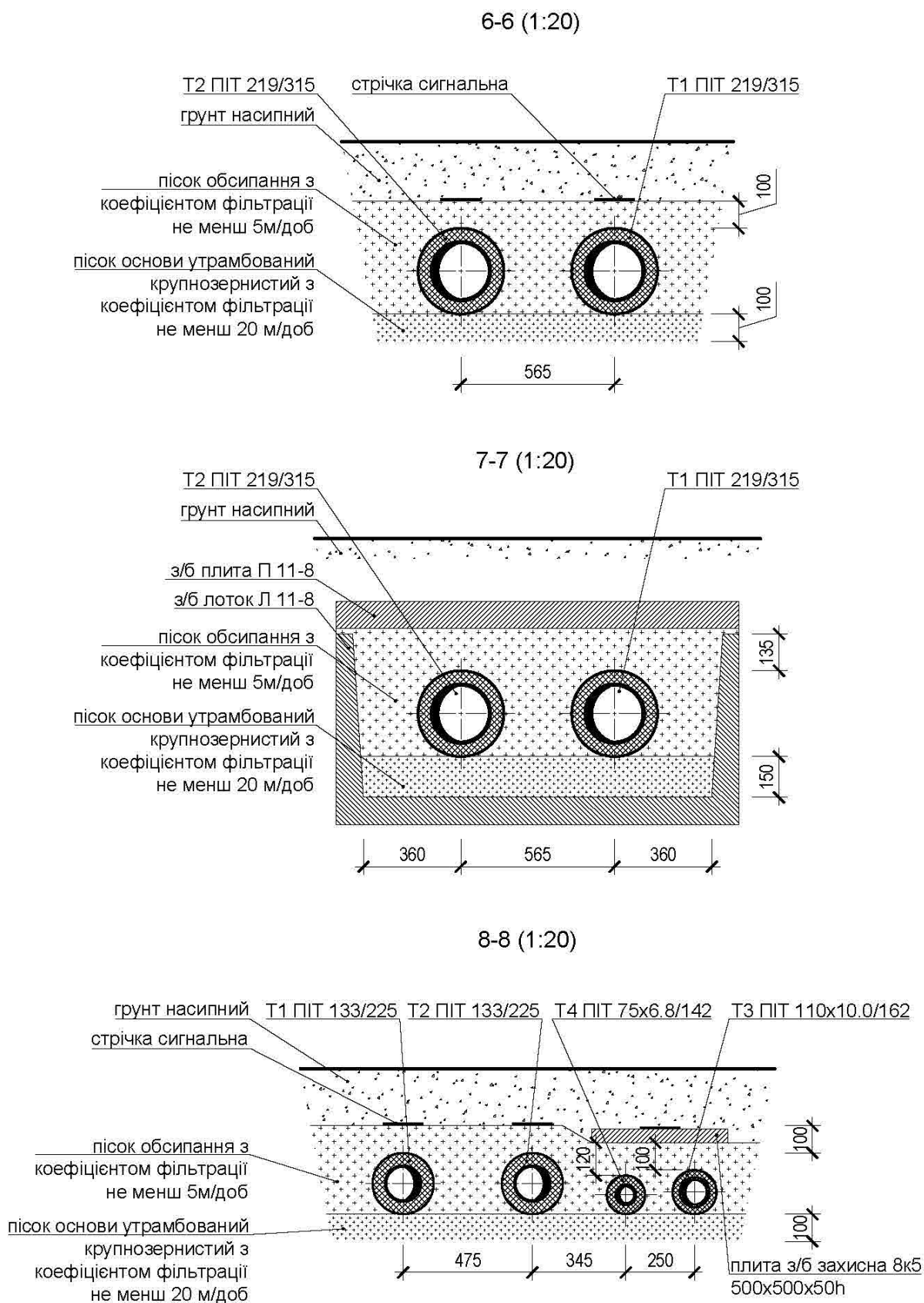


Рис. 2.3.5. Розрізи тепломеханічних систем (В)

Перед влаштуванням бетонної підготовки, яка заливалася по проєктній висоті з точністю ± 5 мм, проводилася контрольна перевірка дна траншеї. Це гарантувало правильність монтажу основи під труби. Після монтажу труб здійснювався контроль їх просторового положення як у плані, так і по висоті. Вимірювання дозволили переконатися, що труби покладені у відповідності до проєктної осі, з допустимими відхиленнями не більше ± 2 см по висоті та плановому положенню.

Окрім перевірки окремих точок, також контролювався загальний ухил кожної ділянки траси. Для цього визначалися відмітки низу труби на початку та в кінці ділянки, після чого ухил обчислювався за формулою:

$$v = (H_1 - H_2)/L.$$

де

v – ухил;

H_1 – висотна відпінтка першого повороту;

H_2 - висотна відпінтка другого повороту;

L - довжина ділянки.

Результат порівнювався з проєктним ухилом 0,002. Таблиця 2.3.1 стала основою для подальшого геодезичного контролю та приймання об'єкта в експлуатацію.

Табл. 2.3.1

	H (м)	h (м)	L (м)	▲ h (м)
КП-19	149,2			
		0,027	11,3	+0,025
КП-18	148,9			
		0,020	15	+0,018
КП-15	149,2			
		0,003	36,2	+0,001
КП-14	149,3			
		0,038	28,5	+0,036
КП-13	150,39			
		0,001	7	-0,0004
КП-12	150,4			
		0,001	15,5	-0,0005
КП-11	150,42			

		0,007	11	+0,005
КП-10	150,5			
		0,001	40	-0,0007
КП-9	150,53			
		0,004	22,4	+0,002
КП-8	150,62			
		0,072	9,3	+0,070
КП-7	151,29			
		0,004	200,5	+0,002
КП-6	150,42			
		0,003	6,6	+0,001
КП-5	150,4			
		0,006	3,5	+0,004
КП-4	150,38			
		0,003	14	+0,001
КП-3	150,34			
		0,003	43,6	+0,001
КП-2	150,19			
		0,000	23,7	-0,0005
КП-1	150,2			

При цьому ухил 0,002 був мінімально допустимим згідно з проектною документацією. Зменшення цього показника вважалось відхиленням і неприпустимим для експлуатації теплотраси. У деяких випадках фактичний ухил перевищував проектний — наприклад, на одній з ділянок протяжністю 36 метрів висотна різниця склала понад 1 м, що дало ухил понад 0,03. Таке перевищення не суперечило вимогам, оскільки забезпечувало гарантований стік та наявність уклону у напрямку прокладання.

Під час виконання геодезичних робіт використовувався тахеометр, за допомогою якого способом тригонометричного нівелювання передавалися відмітки на низ котловану. Це забезпечувало високу точність вимірювань та відповідність фактичних параметрів проектним вимогам.

2.4. Спорудження теплових камер

У процесі реконструкції теплової мережі на території санаторію «Перемога» передбачено спорудження низки теплових камер, розташування яких визначено на топографічному плані масштабу 1:500. Креслення камер, що входять до

проектної документації, містять детальні відомості про їх геометричні параметри, конструктивні особливості та відмітки основних елементів.

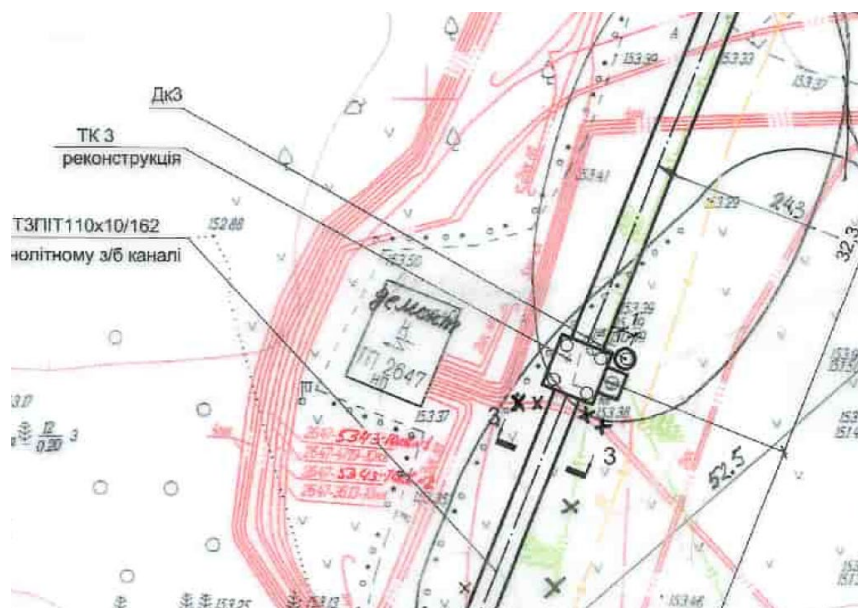


Рис. 2.4.1. Місце розташування теплових камер (TK 3)

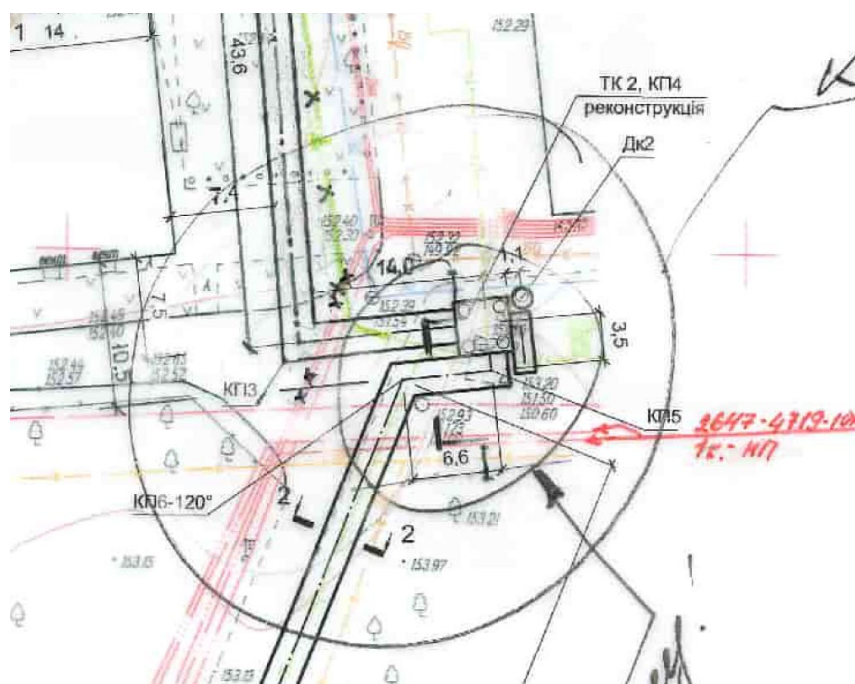
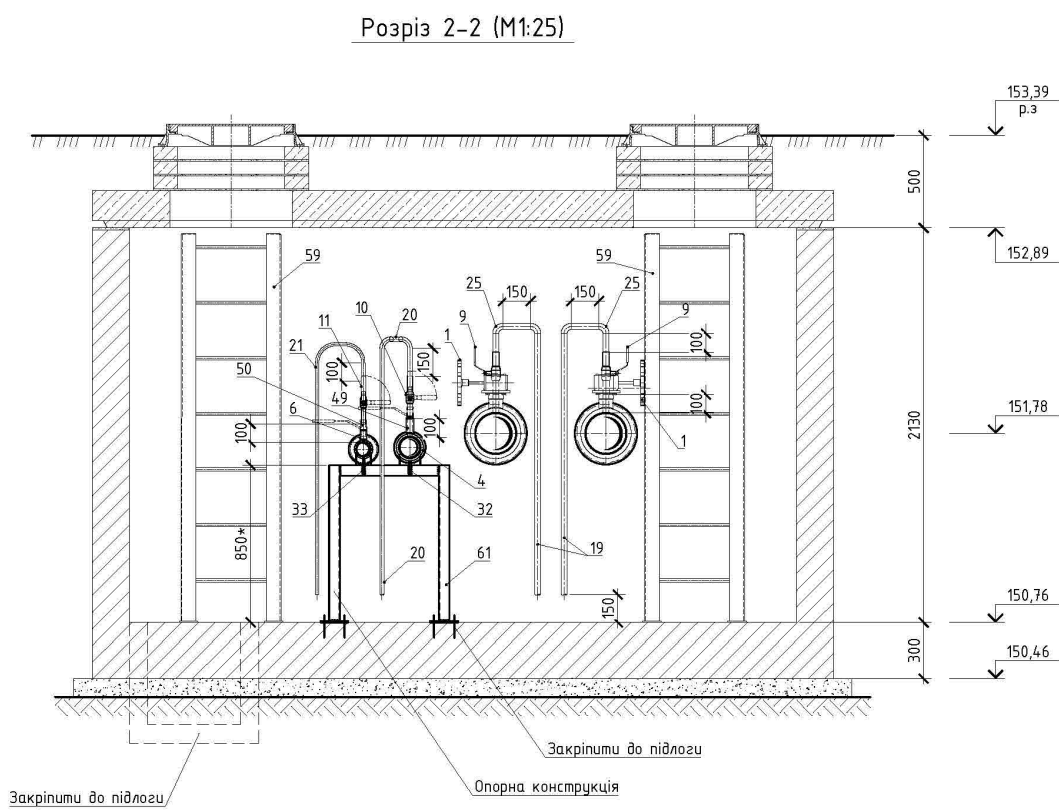
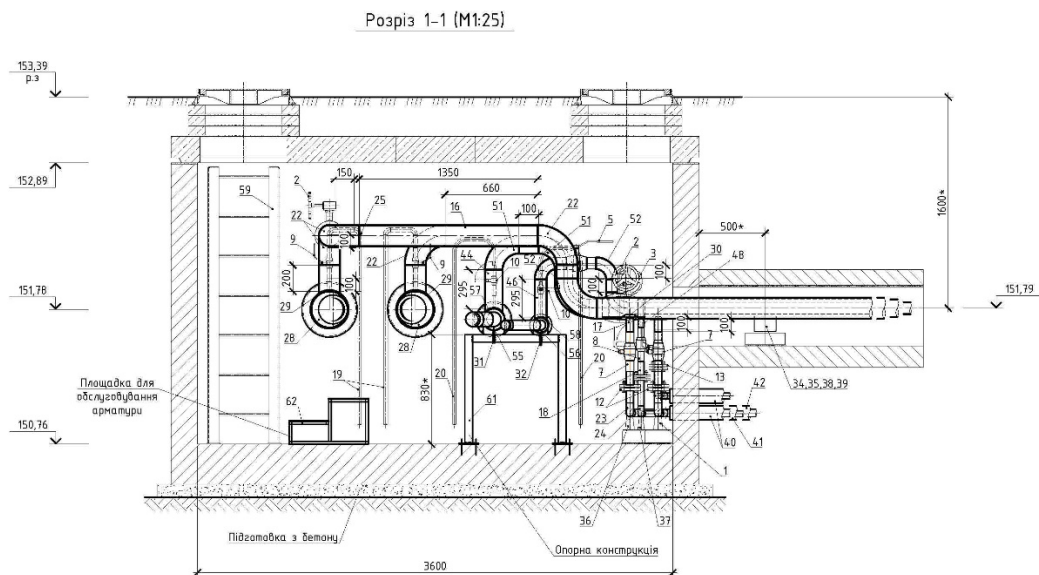


Рис. 2.4.2. Місце розташування теплових камер (TK 2)



Розріз 3-3 (M1:25)

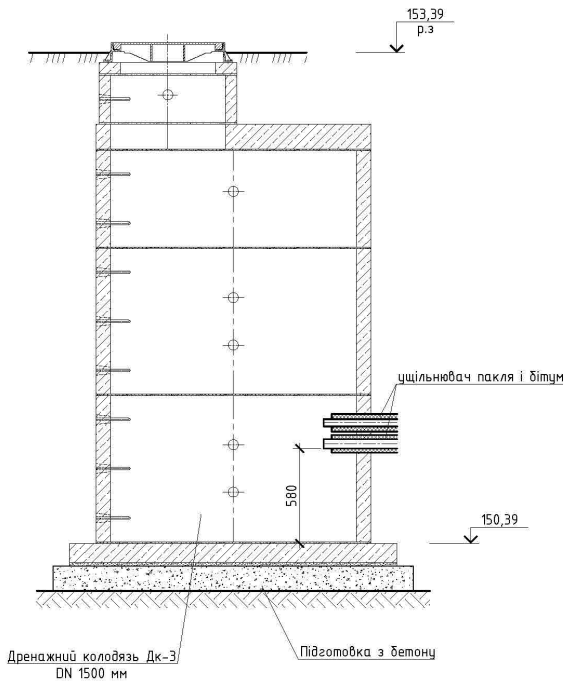


Рис.2.4.7. План теплової камери ТК 3 (Г)

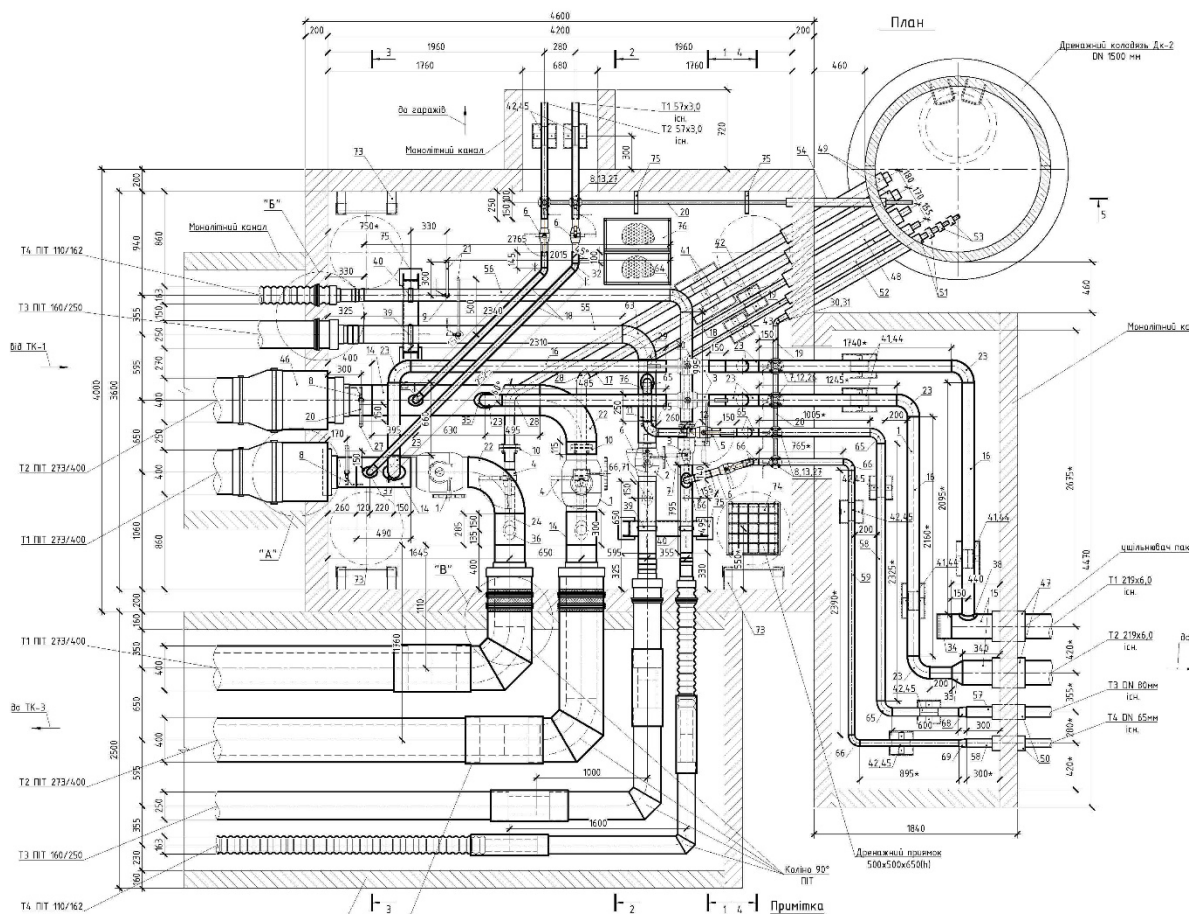


Рис.2.4.8. План теплової камери ТК 2 (А)

Розріз 1-1 (М1:25)

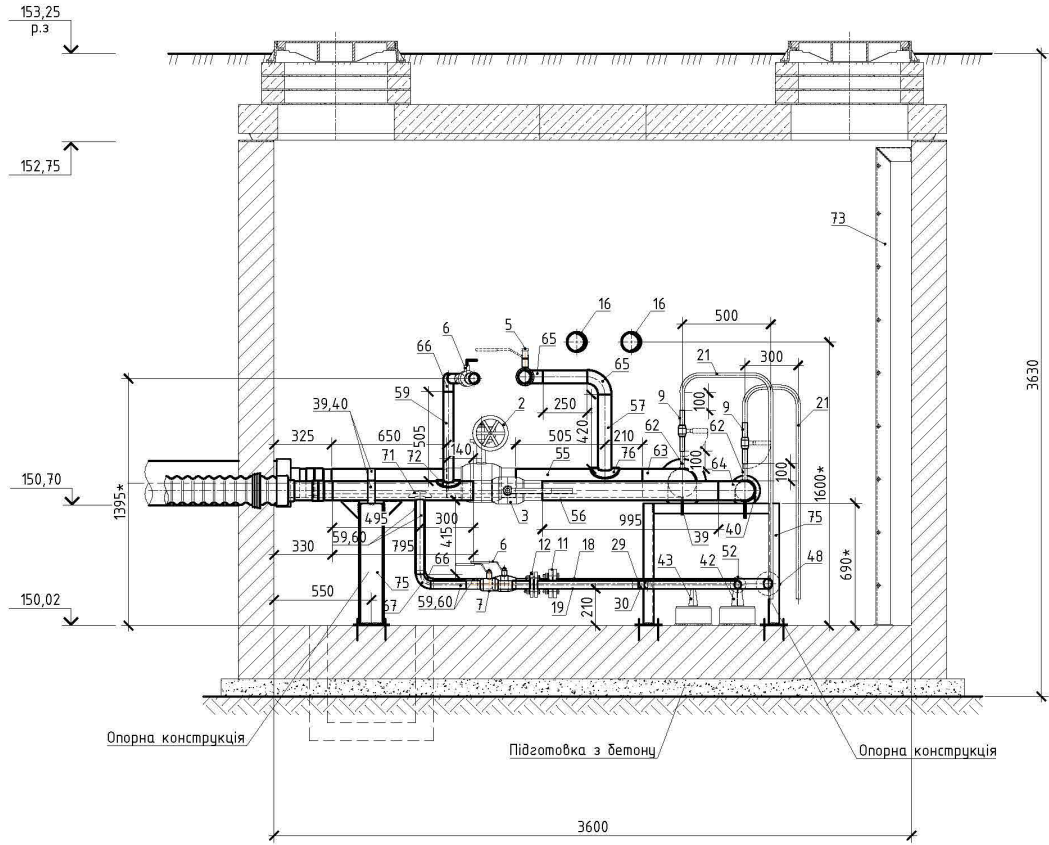


Рис.2.4.9. План теплової камери ТК 2 (Б)

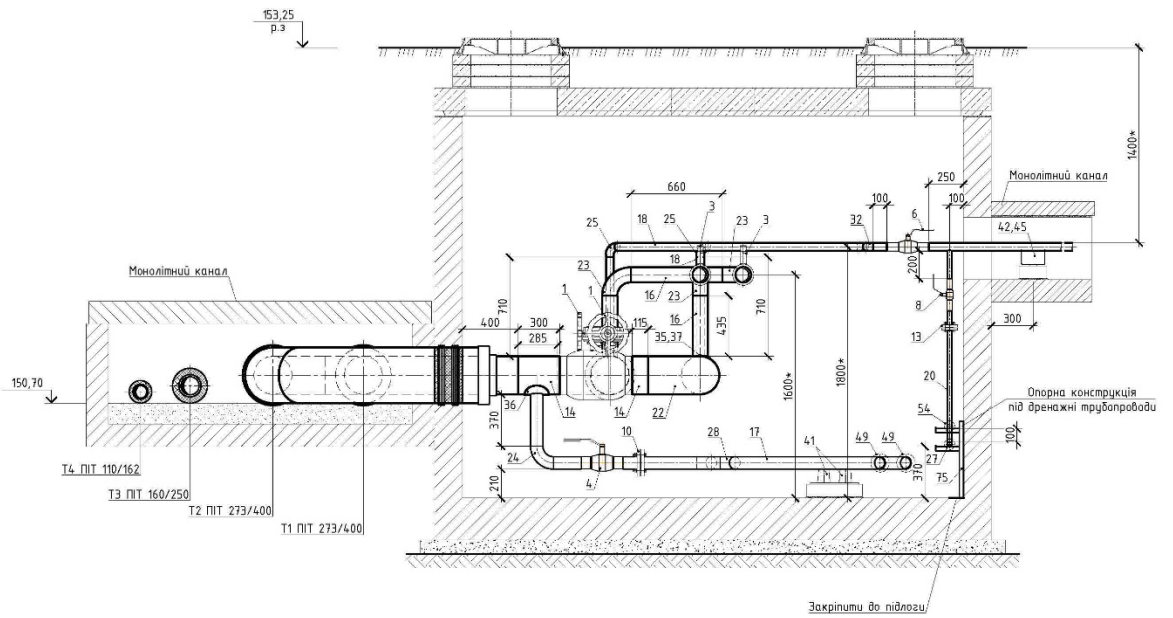


Рис.2.4.10. План теплової камери ТК 2 (Г)

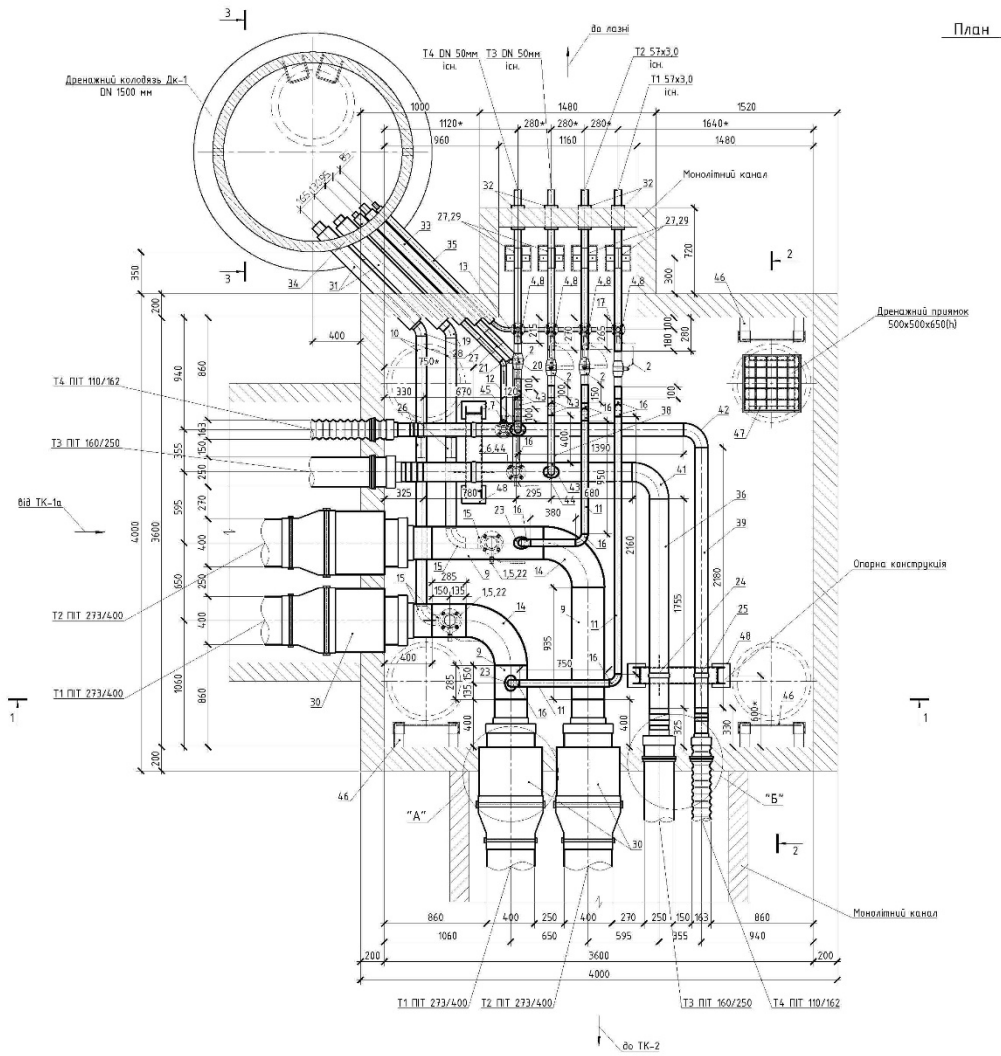
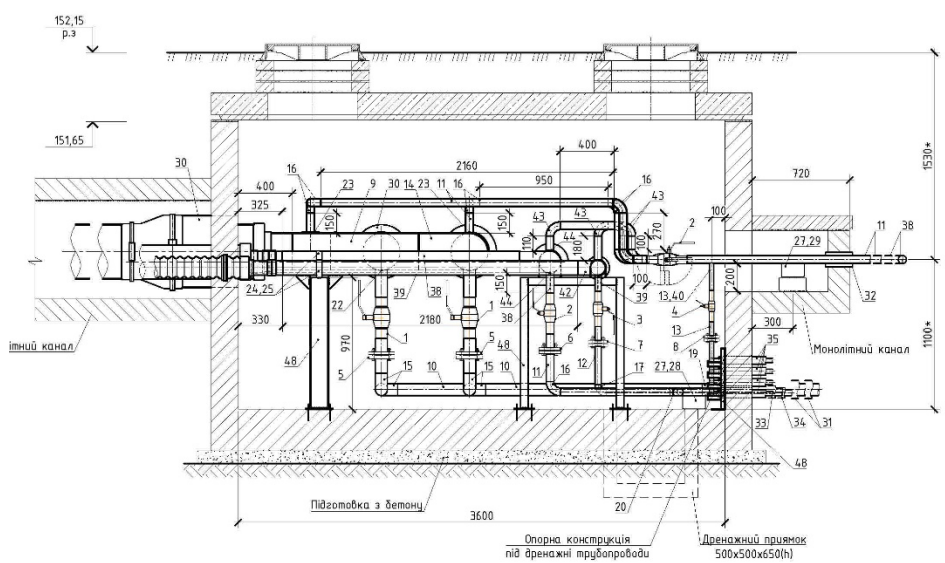


Рис.2.4.11. План теплової камери ТК 1 (А)

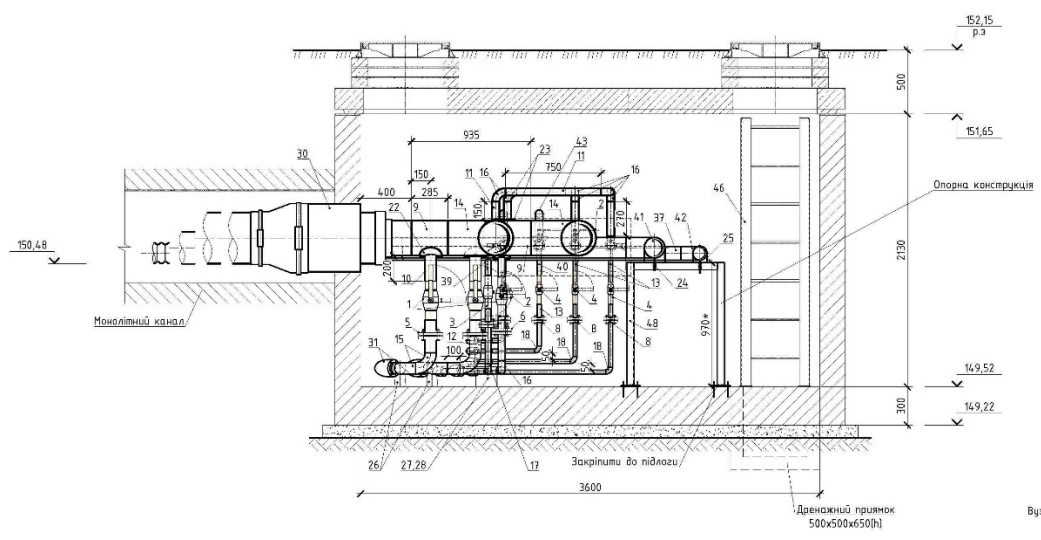
Розріз 2-2 (M1:25)



19

Рис.2.4.12. План теплової камери ТК 1 (Б)

Розріз 1-1 (M1:25)



Вуз.

Рис.2.4.13. План теплової камери ТК 1 (В)

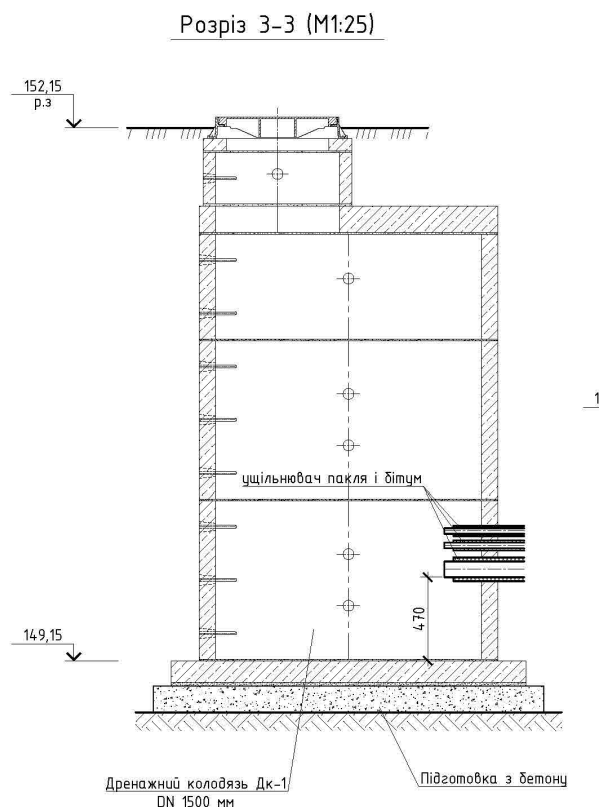


Рис.2.4.14. План теплової камери ТК 1 (Г)

Перед початком земляних робіт було виконано винесення в натуру меж котлованів під теплові камери. Винесення здійснювалося способом полярних координат. Межі котлованів закріплювалися дерев'яними кілками з нанесеними маркуваннями, що забезпечувало зручність при виконанні земляних робіт.

Після розробки котлованів проводилося винесення в натуру меж самих теплових камер. Цей етап включав передачу проектних осей камер на місцевість з високою точністю. На бетонній підготовці наносилися основні деталі камер (отвори для труб, стічний отвір, отвір для люків, підпори для труб).

Особлива увага приділялася контролю висотного положення елементів теплових камер. Висотні відмітки передавалися з використанням тахеометра геометричним нівелюванням від існуючих реперів, закріплених на місцевості. Контрольні вимірювання проводилися на ключових етапах будівництва: після влаштування бетонної підготовки, монтажу стінових елементів та перекриттів камер.



Рис. 2.4.5. Зображення ТК 3 після зняття опалубки

Після завершення будівництва теплових камер було складено виконавчі схеми, які включали планове та висотне положення всіх елементів споруд. Ці документи стали невід'ємною частиною технічної документації об'єкта та були передані замовнику для подальшої експлуатації.

2.5. Виконавча знімання нової траси

Після завершення основних будівельно-монтажних робіт було виконано виконавчу геодезичну зйомку, метою якої є фіксація фактичного розташування теплової мережі, зокрема трубопроводу, теплових камер і колодязів. Зйомка проводилася по всій довжині траси трубопроводу з включенням усіх поворотів, характерних точок, початку та кінця траси, а також місць перетину з іншими комунікаціями. (тригонометричне нівелювання, полярний спосіб)

Метод виконання — тахеометричний. Усі ключові точки були закріплені в умовній локальній системі координат. Геодезичній зйомці підлягали: поворотні точки осі трубопроводу, контури короба під труби, зовнішні межі теплових камер і колодязів. Отримані дані були оброблені у середовищі AutoCAD, де

сформовано виконавчу схему у вигляді топографічного плану з нанесенням висотних і планових координат усіх зафіксованих елементів.

Особливу увагу було приділено перевірці висотного положення прокладених труб, оскільки воно має ключове значення для забезпечення необхідного ухилу та працездатності системи. Порівняння фактичних і проектних відміток здійснювалося по основних точках: на поворотах, у місцях входу/виходу в камери та на прямих ділянках (Табл. 2.5.1.) . На основі цього аналізу була складена таблиця, в якій зазначались відхилення між проектними і фактичними висотами. Ці дані дозволили верифікувати дотримання допусків та нормативів.

Табл. 2.5.1.

	Факт Н (м)	Проект Н (м)	▲ Н (м)
КП-19	149,12	149,14	-0,02
КП-18	148,86	148,9	-0,04
КП-15	149,24	149,2	0,04
КП-14	149,31	149,3	0,01
КП-13	150,41	150,39	0,02
КП-12	150,42	150,4	0,02
КП-11	150,45	150,42	0,03
КП-10	150,48	150,5	-0,02
КП-9	150,56	150,53	0,03
КП-8	150,6	150,62	-0,02
КП-7	151,26	151,29	-0,03
КП-6	150,41	150,42	-0,01
КП-5	150,4	150,4	0

КП-4	<i>150,39</i>	<i>150,38</i>	0,01
КП-3	<i>150,34</i>	<i>150,34</i>	0
КП-2	<i>150,17</i>	<i>150,19</i>	-0,02
КП-1	<i>150,21</i>	<i>150,2</i>	0,01

У таблиці наведено результати виконавчої зйомки, що проводилась після завершення будівельних робіт. Вона містить порівняння фактичних висотних відміток контрольних точок (КП) із проектними значеннями та обчислені відхилення (ΔH). Зелений колір свідчить про дотримання нормативних допусків, тоді як червоний — про перевищення допустимих відхилень. Дані використовувались для оцінки правильності укладання труб та забезпечення проектного ухилу теплової мережі.

Уся зібрана інформація була передана замовнику у вигляді виконавчої схеми траси, яка включає повороти кути, довжини ділянок і висотні відмітки. Форма подачі — топоплан, виконаний у середовищі AutoCAD із дотриманням умовного масштабування та з нанесенням усіх інженерних елементів, що були збудовані під час реалізації проекту.

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРИ ВИКОНАНІ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

Геодезичні роботи на будівельних майданчиках (зокрема при винесенні трас, демонтажі й монтажі теплових мереж) належать до робіт із підвищеною небезпекою. При їхньому виконанні працівники повинні суворо дотримуватися норм та правил охорони праці. Згідно з ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві», *«під час виконання геодезичних робіт необхідно дотримуватися вимог з охорони праці та промислової безпеки»*. Ці вимоги деталізуються у державних будівельних нормах (наприклад, ДБН А.3.2-2-2009, НПАОП) та відомчих інструкціях. На практиці це означає обов'язкове проходження інструктажів, огороження небезпечних зон, наявність аварійних засобів меддопомоги і, звичайно, застосування відповідних засобів індивідуального захисту. Всі працівники, включно з геодезистами, мають користуватися затвердженими КМУ та Мінрегіоном засобами захисту і слідувати графікам робіт, погодженим із керівництвом об'єкта.



Рис. 3.2.1. Засоби індивідуального захисту.

На ділянці винесення трас трубопроводу інженер-геодезист повинен працювати в спецодезії (світловідбивний жилет, жилет чи комбінезон), касці та

захисному взутті, а також – за потреби – у рукавицях та засобах захисту очей і слуху. Заздалегідь в зоні проведення робіт встановлюють попереджувальні та інформаційні знаки («Вхід в спецодязі», «На майданчику виконуються роботи» тощо), а під час нічних робіт на трасі – додаткове освітлення. Геодезист не повинен виходити за межі огороженого майданчика та має запобігати появі сторонніх у потенційно небезпечній зоні. Вимірювання точок у котлованах чи біля краю траншей виконуються лише за попередньо вирівняної площадки та з наявністю огорожі або поручнів.



Рис. 3.1.2. Монтажні секції теплоізолюваних труб теплової мережі перед укладанням у траншею.

Під час демонтажу старих та монтажу нових теплових мереж особливу небезпеку становлять котловани і важкі елементи трубопроводу. Щоб запобігти травмам і обвалам, викопування траншеї роблять уступами або з металевими щитами, а періодично контролюють стан стінок. Для переміщення важких труб використовують підйомні механізми (крани, лебідки, блоки з канатами); ручне перенесення секцій можливе лише за умов використання спеціальних візків чи автокарів. Після укладання трубу в траншею закріплюють тимчасово (тобто не залишають на похилому схилі без стояночного гальма), щоб вона не скотилася. При зварюванні чи теплопроведенні труб дотримуються правил безпеки для зварювальників (екран від іскр тощо). Важливо також відстежувати, щоб поряд не працювала стороння техніка: у випадку пересування екскаватора чи крана

геодезист має відійти за сигналом напарника і залишатися на помітній відстані. Інструменти (нівеліри, стативи, маяки) встановлюються стійко, на твердій поверхні; не можна залишати підставу (трипод) на куті траншеї без підтримки.

Під час виконання будь-яких геодезичних операцій всі працівники мають мати необхідні *засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)* – каску, спецвзуття (з бітумостійкою підошвою для робіт біля труб з гарячою водою), куртку або жилет із світловідбивачами, рукавички. У разі високого рівня шуму (від будівельної техніки, земляних робіт) використовують протишумові навушники. Виїзд на автодороги чи робота вздовж жвавої траси передбачають бронювання дороги попереджувальними знаками та маркувальними стрічками (Жовто-червоні огорожі, «Поступись дорогою» на техніці тощо). Також обов'язкове періодичне проходження працівниками медоглядів і інструктажів з пожежної безпеки та надання першої допомоги.

Для виконання будь-якої технічної операції (зйомок, маркування віх чи нанесення міток, складання і перенесення обладнання) геодезист повинен бути одягнений відповідно до умов робіт. Навіть короткочасне перебування біля котловану або транспортування маяків має виконуватися у касці та захисних окулярах. Відсутність захисних засобів не допускається – це порушення правил ОП. У спекотну погоду до базового комплекту додають сонцезахисні окуляри та воду для запобігання зневодненню на майданчику.

При реконструкції теплових мереж важливо враховувати й загальну топологію системи теплопостачання. На сучасних об'єктах застосовуються різні концепції тепломереж (однотрубні, двотрубні системи тощо) із застосуванням технологій 4-го покоління. Умовна *схема поколів теплових систем*: за нею видно, що знижена температура теплоносія та підвищена автоматизація впливають на вимоги до монтажу й ревізії мереж. Наприклад, тепломережі 4-го покоління (із низькотемпературними трубами) потребують більшої уваги до герметичності стиків і надійності утеплення. Це обумовлює додаткові запобіжні заходи (робота у рукавицях, обмеження доступу до ділянок із гарячим паяльником, перевірка тиску при пуску мережі).

Таким чином, безпека праці геодезистів полягає в комплексному застосуванні нормативних вимог (ДБН та НПАОП) і практичних заходів: чіткому зонуванні місця робіт, використанні попереджувальної сигналізації та засобів захисту, організації роботи в парі чи групі (для взаємного контролю і надання допомоги). Якщо всі ці умови виконані, геодезичні роботи з винесення трас та монтажу теплових мереж можуть виконуватися без ризику для життя і здоров'я працівників.

У рамках реконструкції теплової мережі було виконано комплекс геодезичних робіт, що включає:

- винос в натуру осей старої та нової траси;
- контроль висотного положення траси;
- виконавчі зйомки;
- контроль зведення трьох теплових камер;
- обрахунок об'єму виконання та засипки ґрунту.

Роботи виконувалися протягом 7 місяців (147 робочих днів) бригадою з двох осіб: інженера-геодезиста та помічника. Використовувалося обладнання: тахеометр Sokkia CX-106, програмне забезпечення AutoCAD 2019 та Civil 3D. Також враховано амортизаційні витрати на прилад, транспортні витрати та витратні матеріали (карандаші, колишки, сигнальні стрічки тощо).

Табл. 3.1. Кошторис геодезичних робіт

№	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість	Вартість за одиницю, грн	Загальна вартість, грн
1	Винос в натуру осей старої траси	<i>робочий день</i>	6	3 000	18 000
2	Винос в натуру осей нової траси	<i>робочий день</i>	7	3 000	21 000
3	Контроль висотного положення траси	<i>робочий день</i>	55	3 000	165 000
4	Виконавча зйомка	<i>робочий день</i>	15	3 000	45 000
5	Контроль зведення теплових камер	<i>камера</i>	15	3 000	45 000

6	Обрахунок об'єму виконання та засипки ґрунту	<i>робочий день</i>	<i>20</i>	<i>3 000</i>	<i>60 000</i>
7	Камеральна обробка даних та оформлення виконавчої документації	<i>робочий день</i>	<i>30</i>	<i>3 000</i>	<i>90 000</i>
8	Амортизація обладнання (тахеометр, ПЗ)	<i>місяць</i>	<i>7</i>	<i>5 000</i>	<i>35 000</i>
9	Транспортні витрати	<i>місяць</i>	<i>7</i>	<i>2 000</i>	<i>14 000</i>
10	Витратні матеріали (карандаші, колишки, сигнальні стрічки тощо)	<i>місяць</i>	<i>7</i>	<i>1 000</i>	<i>7 000</i>
	<i>Разом:</i>				<i>500 000</i>

Загальна вартість геодезичних робіт становить 500 000 грн (п'ятсот тисяча гривень 00 копійок).

ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломної роботи було всебічно досліджено теоретичні та практичні аспекти геодезичного забезпечення реконструкції теплової мережі. Вивчено сучасні методи та технології, що застосовуються при виконанні геодезичних робіт, а також проаналізовано нормативно-правову базу, що регламентує їх проведення.

Практична частина роботи включала виконання комплексу геодезичних заходів, зокрема створення геодезичної основи, топографічну зйомку, винесення проєктних рішень у натуру та контроль за точністю виконання будівельно-монтажних робіт. Усі роботи були виконані з дотриманням вимог точності та якості, що забезпечило відповідність проєктних рішень реальним умовам місцевості.

Результати дослідження можуть бути використані при плануванні та виконанні аналогічних геодезичних робіт у сфері реконструкції інженерних мереж. Отримані дані сприятимуть підвищенню точності та ефективності геодезичного забезпечення будівельних проєктів.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

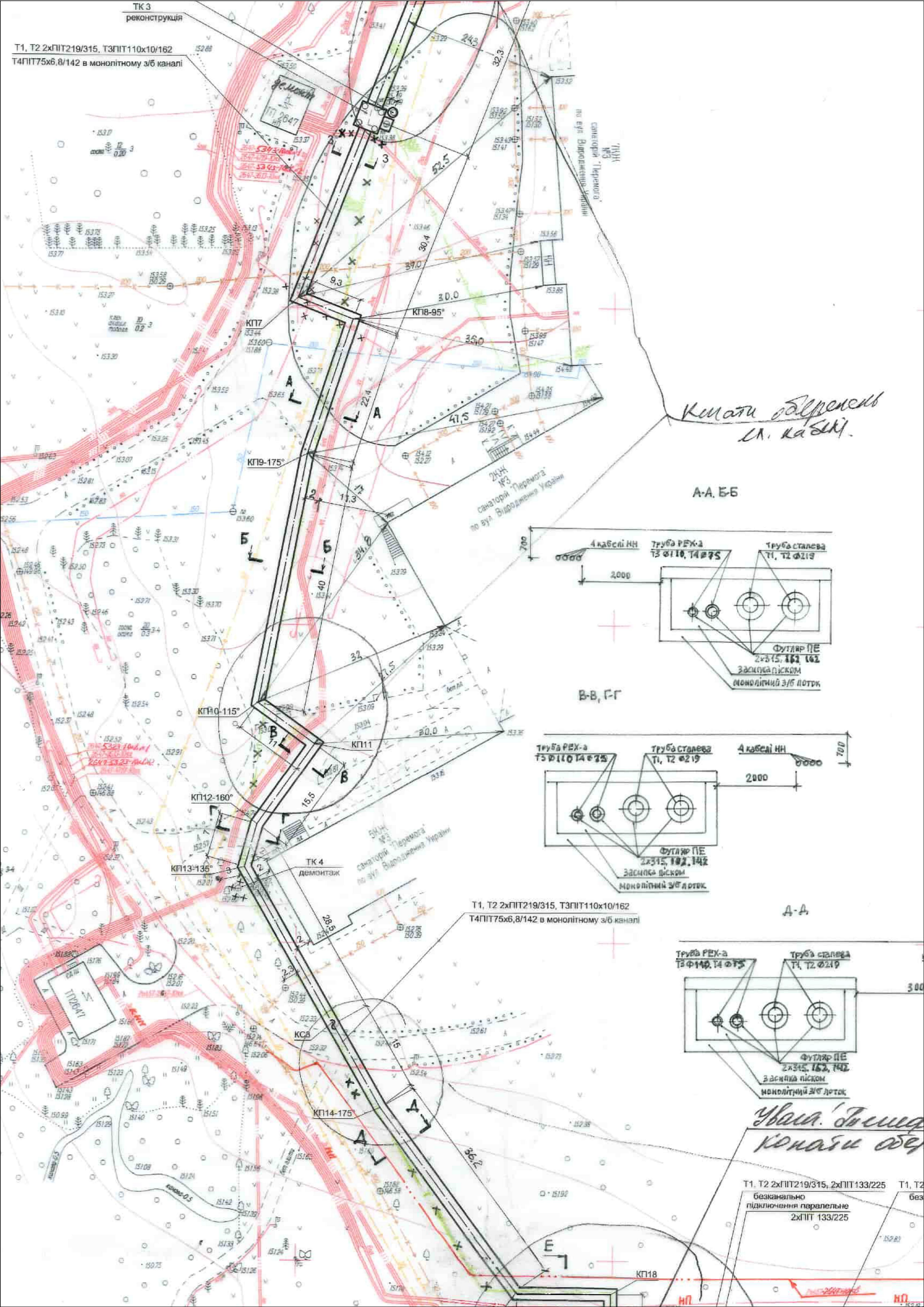
- 1) ДБН В.1.3-2:2010. Геодезичні роботи в будівництві. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2010.
- 2) ДБН А.2.1-1:2014. Інженерні вишукування для будівництва. — Київ: Мінрегіон України, 2014.
- 3) Войтенко С.П. Інженерна геодезія: Підручник. — 2-ге вид., виправл. і допов. — Київ: Знання, 2012. — 574 с.
- 4) Білокриницький С.М. Геодезія: навч. посібник. — Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2011. — 576 с.
- 5) Калинич І.В., Гриник Г.Г., Ничвид М.Р. Геодезія: Підручник. — Львів–Ужгород: ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2021. — 296 с.
- 6) Павленко Л.А. Геоінформаційні системи: Навчальний посібник. — Харків: ХНЕУ, 2013. — 260 с.
- 7) Бачишин Б.Д. Інженерна геодезія: Навчальний посібник. — Рівне: НУВГП, 2020. — 196 с.
- 8) Баран П.І., Марущак М.П. Топографія та інженерна геодезія. — Київ: Знання України, 2015.
- 9) Кузьмін В.І., Білятинський О.А. Інженерна геодезія в дорожньому будівництві: Навчальний посібник. — Київ: Вища школа, 2006. — 278 с.
- 10) Островський А.Л., Мороз О.І., Тарнавський В.Л. Геодезія, частина II: Підручник для ВНЗ. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2008. — 564 с.
- 11) Юрківський Р.Г. Інженерна геодезія. — Київ: Вища школа, 1991.
- 12) Горлачук В.В., Семенчук І.М., Анисенко О.В., Мацко П.В. Геодезія. — Київ: Олді+, 2017. — 252 с.
- 13) Малашевська Л.В. Основи інженерної геодезії: Навчальний посібник. — Київ: НУБіП України, 2024. — 50 с.
- 14) Зуска А.В. Інженерна геодезія: Навчальний посібник. — Дніпро: НГУ, 2014. — 72 с.

- 15) Романчук В.І. Геодезія. — Київ: НАУ, 2008. — 296 с.
- 16) Літнарівч Р.М. Українські геодезисти, астрономи, педагоги. Книга 1. — Рівне, 2012. — 136 с.
- 17) Донченко М.В., Коваленко І.І. Геоінформаційні системи: Навчальний посібник. — Миколаїв: ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. — 132 с.
- 18) Геодезичний енциклопедичний словник / За ред. В. Літинського. — Львів: Євросвіт, 2001.
- 19) Інженерна геодезія: Науково-технічний збірник. Вип. 60. — Київ: КНУБА, 2014.

ДОДАТКИ

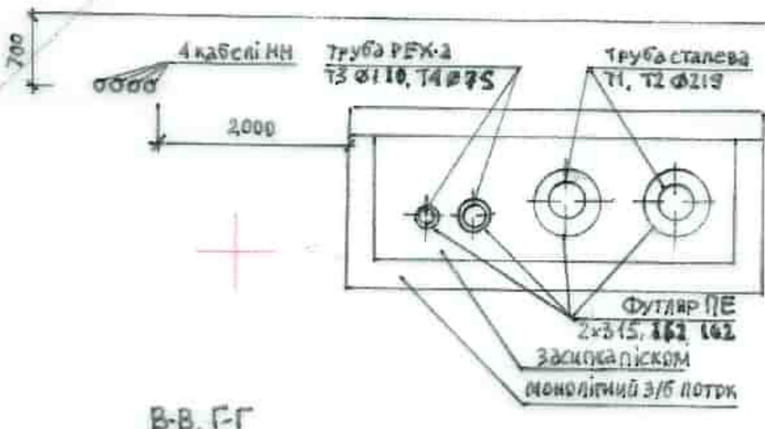
ТК 3
реконструкція

T1, T2 2xПІТ219/315, ТЗПІТ110x10/162
Т4ПІТ75x6,8/142 в монолітному з/б каналі

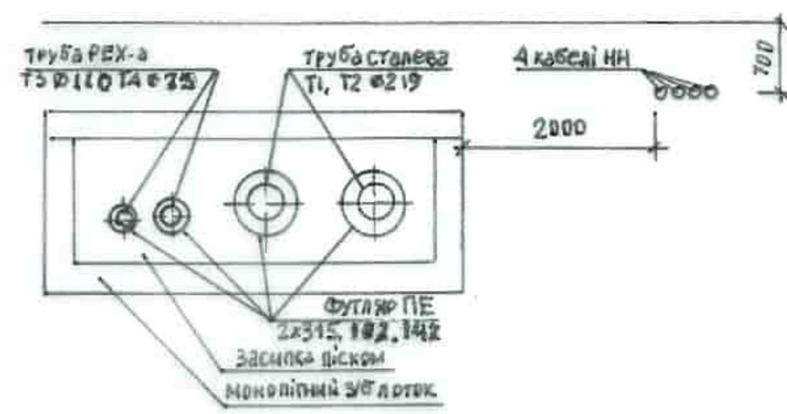


*Канали об'єднані
в 1 канал.*

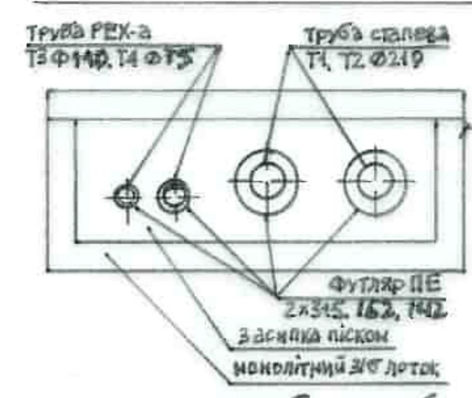
А-А, Б-Б



В-В, Г-Г



Д-Д



*Увага! З'єднати
канали об'єднати*

T1, T2 2xПІТ219/315, 2xПІТ133/225 T1, T2
безканально паралельно
підключення
2xПІТ 133/225

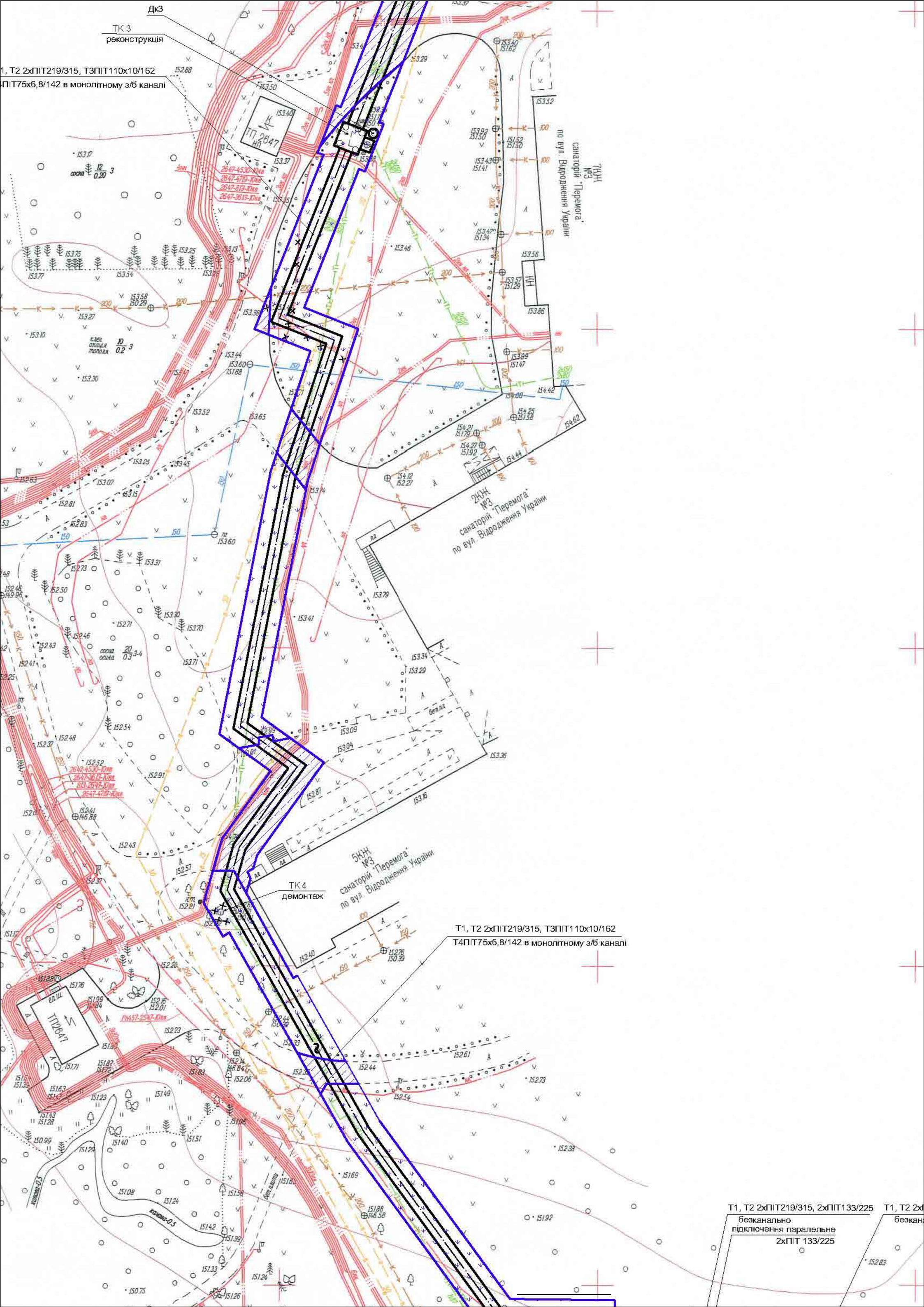
ТК 4
демонтаж

Санаторій "Перемога"
по вул. Визволення України

T1, T2 2xПІТ219/315, ТЗПІТ110x10/162
Т4ПІТ75x6,8/142 в монолітному з/б каналі

КП18

НП



ДКЗ
реконструкція

Т1, Т2 2хПІТ219/315, ТЗПІТ110х10/162
ПІТ75х6,8/142 в монолітному з/б каналі

санаторії "Перемога"
№3
по вул. Відродження України

санаторії "Перемога"
№3
по вул. Відродження України

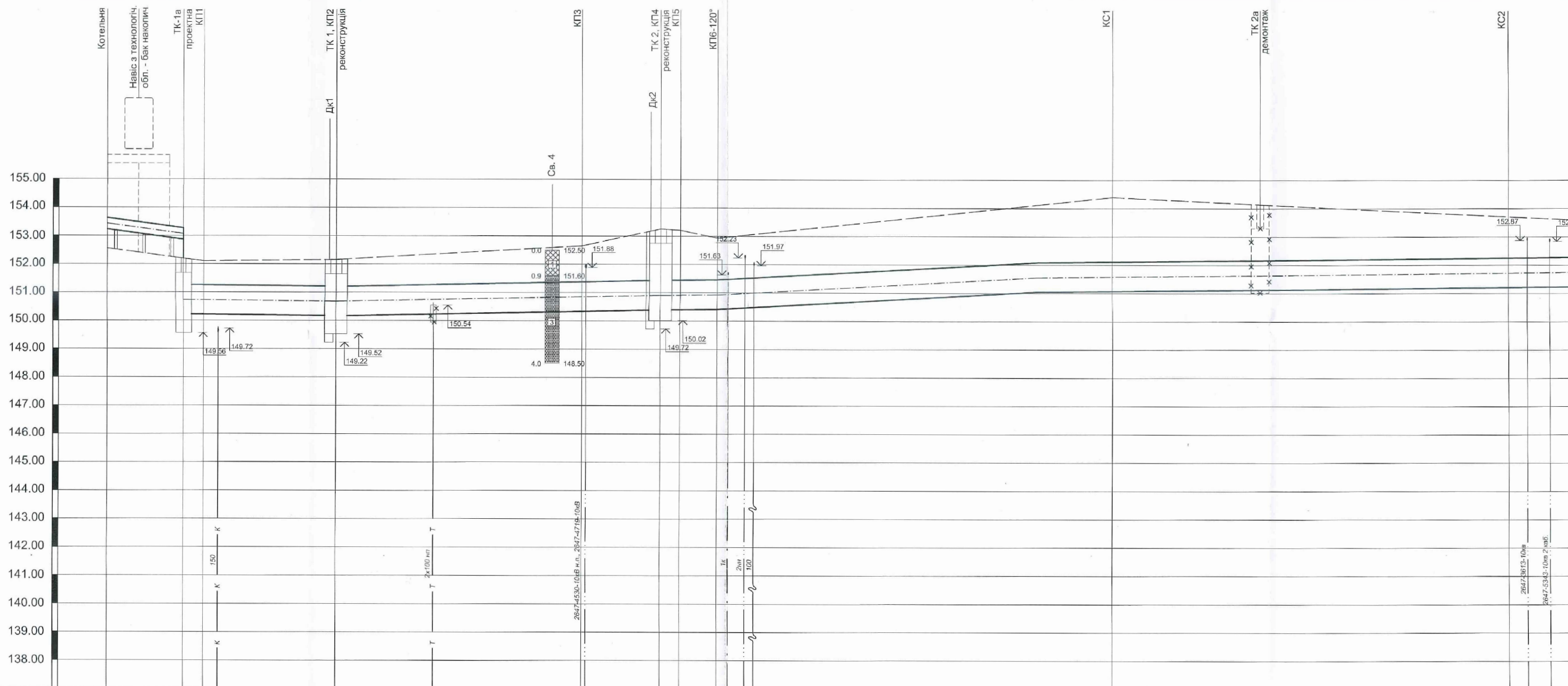
санаторії "Перемога"
№3
по вул. Відродження України

ТК4
демонтаж

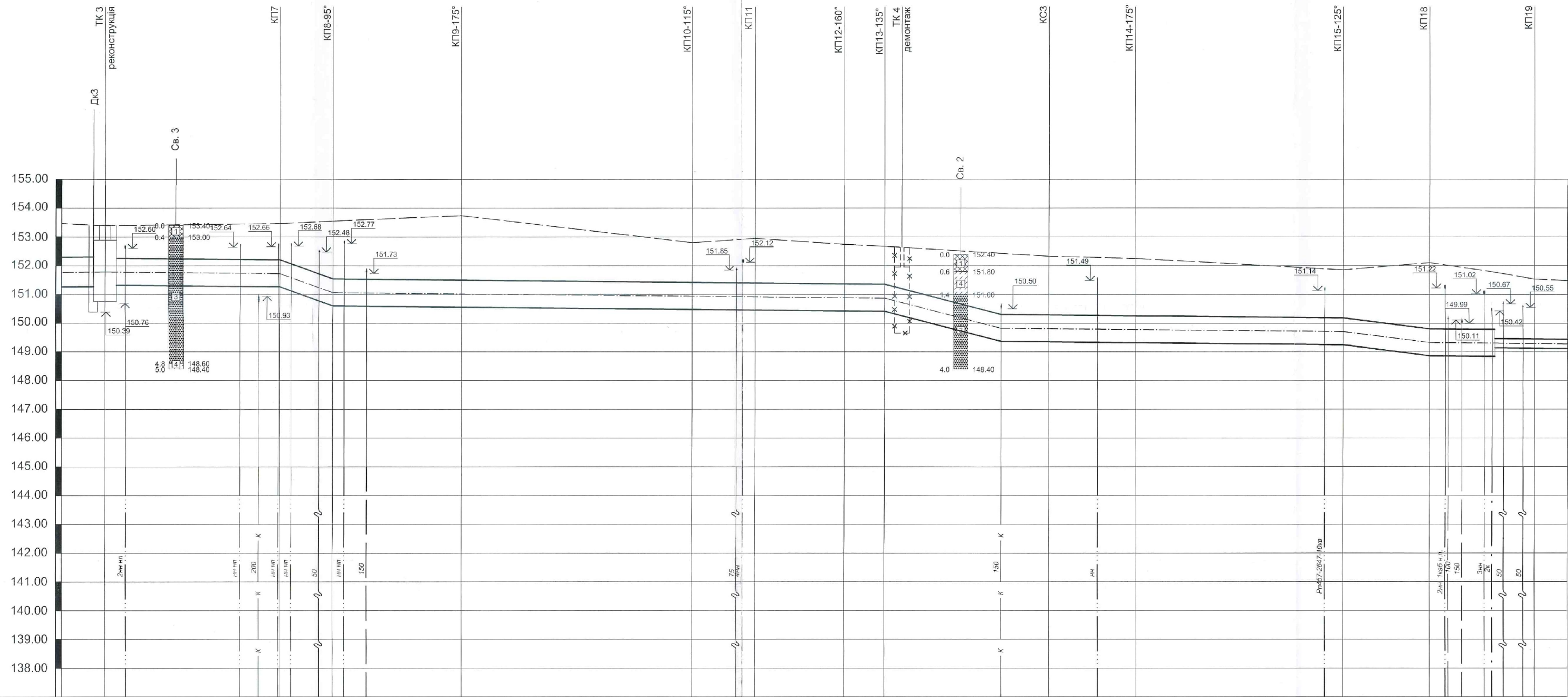
Т1, Т2 2хПІТ219/315, ТЗПІТ110х10/162
Т4ПІТ75х6,8/142 в монолітному з/б каналі

Т1, Т2 2хПІТ219/315, 2хПІТ133/225
безканально
підключення паралельно
2хПІТ 133/225

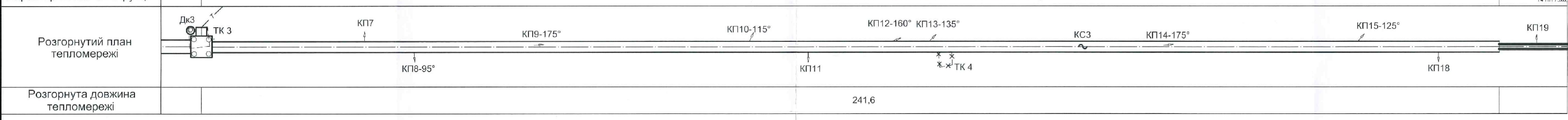
Т1, Т2 2х
безкан



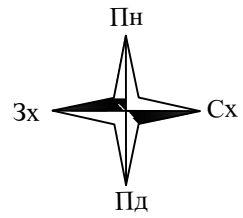
Проектна відмітка землі																
Натурна відмітка землі	152.55	152.51	152.38	152.24	152.19	152.10	152.15	152.65	152.25	152.20	152.93	154.39	153.71	152.25	152.26	152.27
Відмітка верха труби футляру, каналу					151.26	151.25	151.21	151.38	151.43	151.44	151.45	152.08	152.11	151.72	152.25	152.26
Відмітка центру труби (верха опорн. констр. надзем)	153.16	153.03	152.89	152.73	150.72	150.68	150.85	150.90	150.91	150.92	151.47	151.55	151.58	151.72	152.25	152.26
Відмітка низу труби футляру, каналу	153.23	153.19	153.06	152.92	150.22	150.21	150.34	150.39	150.40	150.41	151.04	151.07	151.58	151.21	152.25	152.26
Нахил о/оо	27	27	27	2	2	4	4	2	2	11	2	2	2	2	2	2
Довжина, м	1.5	5	5	2	3.6	23.7	43.6	14	3.5	6.6	56.8	13.2	70			
Номер попечного розрізу	1-1						2-2									
Характеристика конструкції	Т1, Т2 2хПІТ273/400 ТЗПІТ 106/250, Т4ПІТ108/200 Spira на ніжках опорних						Т1, Т2 2хПІТ273/400, ТЗПІТ 160x14,6/250, Т4ПІТ110x10/162 в монолітному з/б каналі									
Розгорнутий план тепломережі																
Розгорнута довжина тепломережі	280,8															



Проектна відмітка землі																																	
Натурна відмітка землі	153.39	153.39		153.46	153.55	153.74	152.80	152.95	152.74	152.67	152.33	152.25	151.85	152.10	151.77	151.53																	
Відмітка верха труби футляру, каналу	152.31	152.26	152.26	152.22	152.20	152.06	151.71	151.54	151.54	151.53	151.50	151.42	151.40	151.40	151.39	151.36	151.35	150.30	150.28	150.26	150.25	150.19	150.18	149.80	149.80	149.79	149.78	149.78	149.46	149.46	149.45	149.44	
Відмітка центру труби	151.78	151.72	151.72	151.72	151.06	151.02	150.94	150.91	150.88	150.87	149.82	149.80	149.36	149.34	149.34	149.77	149.70	149.32	149.30	149.30	149.14	149.12	149.28	149.28	149.28	149.28	149.28	149.28	149.28	149.28	149.28	149.28	149.28
Відмітка низу труби футляру, каналу	151.21	151.32	151.32	151.27	151.26	150.60	150.56	150.48	150.45	150.41	149.36	149.34	149.31	149.24	148.86	148.84	149.14	148.86	148.84	149.14	149.12	149.12	149.12	149.12	149.12	149.12	149.12	149.12	149.12	149.12	149.12	149.12	149.12
Нахил о/оо			2	71	2	2	2	2	2	2	52	2	2	2	26	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Довжина, м	32,3	30,4	9,3	22,4	40	11	15,5	7	20,2	8,3	15	36,2	15	11,3	6,9	8,8																	
Номер попечного розрізу											3-3																						4-4
Характеристика конструкції	Т1, Т2 2хПТ219/315, Т3ПТ110х10/162, Т4ПТ75х6,8/142 в монолітному з/б каналі																			Т1, Т2 2хПТ219/315, Т3 ПТ1175х6													



Україна, м. Київ Чайки



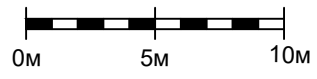
Територія санаторія "Перемога"

вул. Українського
відродження, 7

Спорт-
майданчик

Камера

вул. Українського
відродження, 5



- Т — - теплограса;
- ▬▬▬ - бетонний забор;
- - вуличний ліхтар.

Примітки:
За 0 = 100.000 береться
бетона дорога біля
спортмайданчика

						Замовник:				
						Виконавчий план кутів повороту теплограси				
Зм.	Кільк.	Арк.	Ндок	Підп.	Дата	м. Київ Чайки		Стадія	Аркуш	Аркушів
Виконав								ВС	01	01
						План 1:500				

К
ТП 2647
НП

ТК-3

Н(низу трубы)=
151.451 м

29.12

6.32

Н(низу трубы)=
151.312 м

Н(низу трубы)=
151.397 м

150

24.15

Н(низу трубы)=
151.269 м

38.01

Н(низу трубы)=
151.269 м

11.31



