

Звіт подібності

метадані

Заголовок

1Магістерська робота з рамкою Омельченко (1).doc

Автор

Омельченко Сергій Леонідович

Науковий керівник / Експерт

Омельченко Сергій Леонідович

підрозділ

National University of Water and Environmental Engineering

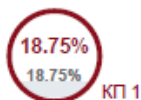
Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		323
Інтервали		23
Мікропробіли		284
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		118

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25
Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2



23657
Кількість слів

160916
Кількість символів

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

Пояснювальна записка

до магістерської роботи
на тему

«Енергоефективні рішення під час будівництва теплових
мереж на прикладі житлового масиву»

Виконав:

студент групи ТГВ-61 М

спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія»

_____ Омельченко С.Л.

Керівник:

_____ доц., к.т.н. Новицька О.С.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. РОЗДІЛ 1. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ В ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖАХ	10
1.1 Підземне прокладання теплових мереж	10
1.2 Теплова ізоляція трубопроводів	12
1.3 Труби та елементи попередньо теплоізовані для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж	13
1.4 Технічних рішень систем теплопостачання	15
1.5 Конструктивні характеристики сучасних тепломереж	17
1.6 Розподільні теплові мережі (локальні)	18
1.7 Опори теплових мереж	20
1.8 Труби та елементи з двошаровою ізоляцією типу «Сендвіч» з поліетиленовою оболонкою для робочої температури носія $T_p \leq 250^{\circ}\text{C}$	25
Висновки до першого розділу	26
РОЗДІЛ 2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ БУДІВЛІ	27
2.1 Вихідні дані об'єкта дослідження	27
2.2 Визначення теплових навантажень	27
Висновки до другого розділу	34
РОЗДІЛ 3. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ	35
3.1 Трасування теплових мереж	35
3.2 Гідравлічний розрахунок тепломережі	40
3.3 Розрахунок витрати води в системі теплопостачання	43
3.4 Розрахунок коефіцієнт втрати тиску	45
3.5 Середній коефіцієнт місцевих втрат тиску	45
3.6 Визначення еквівалентної довжини ділянок двотрубною тепловою мережі та відображення на схемі профілю мережі	46
Висновки до третього розділу	50
РОЗДІЛ 4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІЗОЛЯЦІЇ РІЗНИХ ТОВЩИНИ ТА ТЕМПЕРАТУРНИХ ГРАФІКІВ	51
4.1 Розрахунок окупності заходів з влаштування ізоляції різних типів серії ізоляції для кожного діаметра	51
4.2 Порівняння вартості витрат на теплову енергію та вартості труб по роках неізованих труб та ПІТ труб	85
4.3 Розрахунок ефективності теплової ізоляції попередньо ізованих трубопроводів двотрубною тепловою мережі: 2x140/200 ($\varnothing 140 \times 12,7$ DN115)	87
4.4 Розрахунок ефективності теплової ізоляції попередньо ізованих трубопроводів двотрубною тепловою мережі: 2x110/200 ($\varnothing 110 \times 10$ DN90)	88

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР			
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Енергоефективні рішення під час будівництва теплових мереж на прикладі житлового масиву	Літера	Аркуш	Аркушів
Зав.каф.	Кізеєв М.Д.						1	
Магістрант	Омельченко С.Л.							
Керівник	Новицька О.С.					НУВГП, ННІБА, ТГВ-51М		
Рецензент	Кізеєв М.Д.							
Н.контроль	Новицька О.С.							

4.5	Розрахунок ефективності теплової ізоляції попередньо ізольованих трубопроводів двотрубною тепловою мережі: 2х63/200 (Ø63х5,8 DN50)	91
4.6	Графіки ефективності теплової ізоляції попередньо ізольованих трубопроводів двотрубною тепловою мережі діаметрів 133 та 114	94
4.7	Графіки ефективності теплової ізоляції попередньо ізольованих трубопроводів двотрубною тепловою мережі діаметрів 108 та 89	95
4.8	Графіки ефективності теплової ізоляції попередньо ізольованих трубопроводів двотрубною тепловою мережі діаметрів 76 та 57	96
	Висновки до четвертого розділу	97
	РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ	98
5.1	Заходи безпеки під час виконання робіт	98
5.2	Забезпечення безпеки під час експлуатації та обслуговування теплових мереж	99
5.3	Енергоефективність та безпека в контексті охорони праці	99
5.4	Екологічні аспекти охорони праці та безпеки життєдіяльності	99
5.5	Законодавчі вимоги до забезпечення охорони праці експлуатації та обслуговування теплових мереж	100
5.6	Перевірка знань правил експлуатації теплових установок і мереж	100
5.7	Правила охорони праці під час експлуатації теплових установок і мереж	101
	Висновки до п'ятого розділу	104
	Список використаної літератури	109
	Додатки	114

Перелік і зміст графічної частини магістерської роботи

№	Назва аркуша	Обсяг
1	Загальний план теплової мережі	1 аркуш А1
2	Загальна схема теплової мережі	1 аркуш А1
3	Профілі розподільчих систем. Схеми мереж. Розрізи Ділянка від Кот.1, ВТ1 до ВТ3. Розрізи Ділянка від Кот.1, ВТ1 до ВТ8	1 аркуш А1
4	Профілі розподільчих систем. Схеми мереж. Розрізи Ділянка від ВТ3 до ВТ5. Розрізи Ділянка від ВТ5 до ВТ7.	1 аркуш А1
5	Профілі розподільчих систем. Схеми мереж. Розрізи Ділянка від ВТ3 до ВТ11. Розрізи Ділянка від ВТ1 до ВТ8.	1 аркуш А1
6	Профілі розподільчих систем. Схеми мереж. План ВТ2. План ВТ1. Схеми мереж. Вузол приєднання до Кот.1	1 аркуш А1
7	Профіль розподільчих мереж. Схеми мереж. Розрізи Ділянка від Кот.1, ВТ1 до ВТ8. Розрізи Ділянка від Кот.1, ВТ1 до ВТ3	1 аркуш А1
8	Профіль розподільчих мереж. Схеми мереж. Розрізи Ділянка від ВТ1 до ВТ8. Розрізи Ділянка	1 аркуш А1

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР			Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата				

	від ВТЗ до ВТ11	
9	Вихідні дані об'єкту, труби і елементи	1 аркуш А1

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота Омельченко Сергія Леонідовича на тему «Енергоефективні рішення під час будівництва теплових мереж на прикладі житлового масиву» присвячена дослідженню ефективності використання енергоефективних технологій при проектуванні, будівництві та експлуатації теплових мереж в умовах сучасних житлових масивів. В роботі розглянуто теоретичні та практичні аспекти впровадження енергозберігаючих заходів, які здатні знизити теплові втрати, зменшити споживання енергоресурсів і підвищити економічну ефективність функціонування системи теплопостачання.

Об'єкт дослідження – системи теплопостачання житлових масивів.

Предмет дослідження – підвищення енергоефективності теплових мереж в процесі їх проектування, будівництва та експлуатації в умовах житлових масивів.

Мета магістерської роботи – є комплексне дослідження та розробка енергоефективних рішень, які можуть бути застосовані при проектуванні, будівництві та експлуатації теплових мереж у житлових масивах

Основною метою дослідження є аналіз існуючих енергоефективних рішень для будівництва та модернізації теплових мереж, а також розробка рекомендацій щодо застосування таких рішень на прикладі конкретного житлового масиву. Робота включає дослідження методів зменшення теплових втрат у трубопроводах, вибору оптимальних матеріалів для труб і ізоляції, а також впровадження сучасних технологій автоматизації та моніторингу теплопостачання.

Особливу увагу приділено економічному обґрунтуванню вибору енергоефективних технологій і матеріалів, аналізу варіантів зменшення витрат на експлуатацію теплових мереж та покращення якості надання послуг мешканцям. На основі отриманих результатів пропонуються рекомендації для подальших досліджень у галузі енергоефективного будівництва та розвитку енергетичної інфраструктури міських територій.

Ключові слова: енергоефективність, теплові мережі, теплові навантаження, втрати теплової енергії, системи автоматизації і моніторингу, теплова ізоляція.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

ANNOTATION

Serhii Leonidovich Omelchenko's master's thesis on the topic "Energy-efficient solutions during the construction of heating networks on the example of a residential area" is devoted to the study of the effectiveness of the use of energy-efficient technologies in the design, construction and operation of heating networks in the conditions of modern residential areas. The paper examines the theoretical and practical aspects of the implementation of energy-saving measures that can reduce heat losses, reduce the consumption of energy resources, and increase the economic efficiency of the heat supply system.

The main goal of the study is the analysis of existing energy-efficient solutions for the construction and modernization of heating networks, as well as the development of recommendations for the application of such solutions on the example of a specific residential area. The work includes the research of methods of reducing heat losses in pipelines, the selection of optimal materials for pipes and insulation, as well as the implementation of modern technologies of automation and monitoring of heat supply.

Special attention is paid to the economic justification of the choice of energy-efficient technologies and materials, the analysis of options for reducing the costs of operating heating networks and improving the quality of providing services to residents.

Based on the obtained results, recommendations are offered for further research in the field of energy-efficient construction and development of the energy infrastructure of urban areas.

Key words: energy saving, ecology, economy, energy efficiency, construction, heat networks, heat loads, pressure loss coefficient, hydraulic load, technical progress, energy technologies, heat engineering, materials for pipelines, automation and monitoring systems, insulating materials, innovative pipelines, integration automation systems, reduction of heat losses.

					НУБГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Актуальність дослідження енергоефективних рішень у будівництві теплових мереж, зокрема на прикладі житлового масиву, обумовлена кількома ключовими факторами, пов'язаними з глобальними та національними тенденціями в галузі енергозбереження, екології та економіки, енергоефективні рішення при будівництві теплових мереж на прикладі житлових масивів є надзвичайно актуальною, так як розробка та впровадження таких рішень дозволить значно знизити енергетичні витрати, покращити економічну ситуацію на місцевому рівні, а також сприятиме досягненню цілей сталого розвитку та збереження природних ресурсів:

- зростаюча потреба в енергозбереженні у сучасних умовах економії енергоресурсів та боротьби зі зміною клімату питання енергоефективності набуває особливої ваги. Теплові мережі, які забезпечують обігрів будівель та постачання гарячої води, є одними з основних споживачів енергії в міських агломераціях. Відтак, зниження теплових втрат і підвищення ефективності їх роботи здатне значно зменшити загальний рівень споживання енергоресурсів і сприяти більш раціональному використанню природних ресурсів.

- технічний прогрес у будівництві та енергетичних технологіях з появою новітніх технологій в галузі теплотехніки, матеріалів для трубопроводів, а також систем автоматизації і моніторингу, виникають нові можливості для значного підвищення ефективності теплових мереж. Використання високоякісних ізоляційних матеріалів, інноваційних труб, а також інтеграція систем автоматизації дозволяє знизити теплові втрати, скоротити експлуатаційні витрати і підвищити стабільність системи в цілому.

- економічна ефективність для місцевих бюджетів та споживачів в умовах обмежених фінансових ресурсів для міських і обласних бюджетів, реалізація енергоефективних рішень дозволяє знизити витрати на експлуатацію теплових мереж. Це має не лише економічний ефект для комунальних підприємств, але й зменшує витрати мешканців на оплату теплопостачання, що є важливим у контексті соціальної стабільності та підвищення якості життя громадян.

- законодавчі та міжнародні вимоги у багатьох країнах, зокрема в Україні, ухвалені законодавчі ініціативи, що сприяють розвитку енергоефективних технологій

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

та систем енергозбереження. Міжнародні угоди та зобов'язання щодо зниження викидів парникових газів також стимулюють впровадження більш ефективних та екологічно чистих технологій у теплотехніці.

Мета магістерської роботи - є комплексне дослідження та розробка енергоефективних рішень, які можуть бути застосовані при проектуванні, будівництві та експлуатації теплових мереж у житлових масивах. Метою роботи є:

- аналіз сучасних енергоефективних технологій і матеріалів для будівництва теплових мереж, зокрема для зменшення теплових втрат та підвищення ефективності використання енергоресурсів.

- оцінка економічної ефективності застосування енергозберігаючих рішень в контексті будівництва та модернізації теплових мереж, а також визначення їх впливу на зниження витрат на експлуатацію та підвищення надійності системи теплопостачання.

- розробка рекомендацій щодо оптимізації проектування та будівництва теплових мереж в умовах житлових масивів з урахуванням енергоефективності, економічних та екологічних вимог.

- дослідження специфіки інтеграції енергоефективних рішень у конкретних умовах житлових масивів, вивчення впливу таких рішень на комфорт мешканців, зручність експлуатації і довговічність системи теплопостачання.

- розробка рекомендацій для органів місцевої влади та будівельних компаній щодо впровадження сучасних технологій та енергоефективних рішень в практиці будівництва теплових мереж для нових житлових масивів.

- досягнення цієї мети дозволить суттєво знизити енергетичні витрати, поліпшити якість теплопостачання, а також сприятиме досягненню сталого розвитку та енергозбереження на рівні міських територій

Об'єкт дослідження - є системи теплопостачання житлових масивів, зокрема теплові мережі (включаючи трубопроводи, теплоізоляцію, обладнання для розподілу тепла) та технології, що застосовуються для зменшення теплових втрат та підвищення енергоефективності в процесі їх проектування, будівництва та експлуатації:

- процеси проектування і будівництва теплових мереж в умовах житлових масивів, з урахуванням сучасних енергоефективних технологій.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- матеріали та технології, що використовуються для зниження теплових втрат в трубопроводах, включаючи ізоляційні матеріали та технічні рішення для моніторингу та автоматизації систем.

- енергозберігаючі технології та новітні інженерні рішення, що застосовуються при модернізації чи будівництві нових теплових мереж у житлових районах.

- експлуатаційні характеристики теплових мереж: ефективність роботи, витрати енергії, рівень теплових втрат, економічні та екологічні показники.

Предмет дослідження - є методи, технології та рішення, спрямовані на підвищення енергоефективності теплових мереж в процесі їх проектування, будівництва та експлуатації в умовах житлових масивів:

- технології та матеріали для зменшення теплових втрат у теплових мережах, зокрема вибір труб, теплоізоляційних матеріалів, систем моніторингу та автоматизації.

- методи проектування та оптимізації теплових мереж для забезпечення енергоефективності, мінімізації витрат енергії і зниження теплових втрат.

- енергозберігаючі рішення та інноваційні технології, що впроваджуються на етапах будівництва та модернізації теплових мереж для забезпечення стабільної та економічної роботи системи.

- економічна ефективність енергоефективних рішень, зокрема порівняння витрат на впровадження енергозберігаючих технологій та їх вплив на загальні витрати на енергоспоживання в житлових масивах.

Завдання магістерської роботи:

1. Аналіз сучасного стану теплових мереж в умовах житлових масивів, зокрема вивчення основних проблем, пов'язаних з енерговитратами та тепловими втратами в існуючих системах теплопостачання.

2. Огляд та класифікація енергоефективних технологій та матеріалів, що використовуються для будівництва та модернізації теплових мереж, зокрема новітніх теплоізоляційних матеріалів, трубопроводів, а також систем автоматизації та моніторингу.

3. Оцінка ефективності впровадження енергоефективних рішень на прикладі житлового масиву, зокрема вивчення впливу різних технологій на теплові втрати, витрати енергії та загальну економічну ефективність системи.

4. Розробка рекомендацій щодо оптимізації проектування та будівництва теплових мереж з урахуванням енергоефективності, вибору матеріалів, технологій та систем, які забезпечують зниження витрат на енергію та покращення якості теплопостачання для мешканців.

5. Визначення економічних та екологічних переваг енергоефективних рішень для теплових мереж, порівняння затрат на впровадження таких рішень та можливих заощаджень на експлуатаційних витратах і впливу на зниження викидів вуглекислого газу.

6. Моделювання та розрахунок теплових втрат у теплових мережах житлового масиву, використовуючи сучасні програмні засоби та математичні моделі для оцінки енергоефективності запропонованих рішень.

7. Розробка рекомендацій для органів місцевої влади та будівельних компаній щодо впровадження енергоефективних технологій у проектування та будівництво теплових мереж в умовах нових житлових масивів.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ В ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖАХ

1.1 Підземне прокладання теплових мереж

Підземні теплові мережі є найпоширенішим варіантом у міських і сільських районах, оскільки вони зручні в експлуатації, не займають значного простору на поверхні і забезпечують високу естетичність ландшафту. Вони можуть прокладатися в спеціальних каналах або в земляному траншеї.

Конструктивні особливості:

- трубопроводи зазвичай складаються з теплоізованих труб, щоб зменшити тепловтрати.
- теплоізоляція застосовується для зменшення втрат тепла в процесі транспортування, а також для захисту труб від промерзання в холодний період.
- у випадку з каналними тепломережами трубопроводи прокладаються в бетонні або металеві канали, що дозволяє захистити їх від зовнішніх пошкоджень, зберігаючи легкий доступ для обслуговування.
- у траншейних тепломережах труби зазвичай покривають шаром теплоізоляційного матеріалу, що дозволяє зберігати тепло при транспортуванні.

Підземне прокладання теплових мереж в каналах має низку конструктивних особливостей і вимог, що забезпечують ефективну експлуатацію та довговічність мереж. Ось більш детальне пояснення, що стосується сучасного виконання каналів для теплових мереж:

- залізобетонні уніфіковані збірні деталі, це коли канали для підземного прокладання теплових мереж часто виготовляються із залізобетонних уніфікованих збірних деталей. Це дозволяє зменшити час на будівництво та забезпечити високу міцність і довговічність конструкції. Залізобетон має хорошу стійкість до механічних пошкоджень і атмосферних впливів.
- гідрозахист каналів, для захисту від ґрунтових і поверхневих вод зовнішню поверхню каналів покривають бітумом і обклеюють гідрозахисним рулонним матеріалом. Це забезпечує герметичність каналів і запобігає проникненню води в їхню внутрішню частину, що може негативно вплинути на

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

стан трубопроводів і ізоляції. Однак, навіть за наявності такої гідроізоляції, волога може проникати через стіни каналів з ґрунту, що підвищує вологість повітря в каналі.

- ухил підлоги каналу та водовідведення для збору і відведення рідини, що потрапляє в канал, передбачають ухил підлоги каналу не менше 0,002 (2 проміле). Це дозволяє зібрати воду в приямки та відвести її до водостічної системи. Оскільки вода може накопичуватися в каналах через конденсацію або зволоження ґрунту, важливо мати ефективну систему для її відведення.

- вентиляція каналів служить для підтримки оптимальних умов роботи і обслуговування мереж у каналах, особливо під час ремонту, необхідна вентиляція. Це може бути природна або примусова вентиляція. Вона забезпечує температуру повітря в каналі, що не перевищує 40°C під час ремонтних робіт і не більше 50°C під час роботи теплової мережі. Це важливо для безпеки працівників і нормальної роботи системи.

- освітлення та зв'язок, це коли канали обладнуються електричним освітленням (до 30 В) для забезпечення видимості під час робіт у темний час доби або в умовах поганої видимості. Також забезпечується телефонний зв'язок для оперативного спілкування і передачі даних між обслуговуючим персоналом.

- збір і відкачування вологи, щоб уникнути негативних наслідків від надмірної вологості, в нижчих точках каналу встановлюються приямки для збору води. Вони обладнані насосами, які відкачують воду з каналу. Насоси можуть працювати з автоматичним або дистанційним керуванням, що дозволяє знизити ризик затоплення каналу та підтримувати належні умови для трубопроводів і ізоляції.

- капітальні затрати та доцільність використання прокладання теплових мереж у прохідних каналах є затратним з точки зору капітальних витрат. Однак цей метод доцільно використовувати на найбільш відповідальних ділянках теплових мереж, де важливо забезпечити легкий доступ для обслуговування та ремонту, а також знизити ризик пошкоджень трубопроводів, пов'язаних з впливом зовнішнього середовища. В ідеалі ці канали повинні використовуватися

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

для прокладання не тільки теплових мереж, а й інших інженерних комунікацій, що дозволяє зменшити витрати на будівництво.

- експлуатація та ремонт, це коли прохідні канали значно полегшують процес експлуатації та ремонту теплових мереж, оскільки обслуговування трубопроводів в каналах значно зручніше, ніж у випадку з підземними або надземними мережами без такого доступу. У разі необхідності ремонт або заміна елементів системи може здійснюватися швидше і з меншими затратами часу та ресурсів.

Таким чином, хоча будівництво каналів для теплових мереж потребує значних капітальних затрат, їх застосування є доцільним для створення надійної та ефективної інфраструктури на відповідальних ділянках теплових мереж, забезпечуючи комфортні умови для експлуатації та ремонту.

1.2 Теплова ізоляція трубопроводів

Теплова ізоляція є важливим аспектом в енергетичних і будівельних системах, оскільки вона дозволяє знизити теплові втрати та забезпечити належний температурний режим у трубопроводах, вентиляційних і опалювальних системах. Теплоізоляція є процесом захисту конструкцій від небажаного теплового обміну з навколишнім середовищем. У різних сферах, таких як будівництво, теплоенергетика, холодильні та кріогенні установки, теплоізоляція виконує різні функції, зокрема:

- зменшення теплових втрат в навколишнє середовище. Це особливо важливо в системах теплопостачання, де теплоносій транспортується через трубопроводи на великі відстані, і будь-які втрати тепла можуть призвести до неефективного використання енергії.

- захист обладнання від температурних впливів зовнішнього середовища, наприклад, у холодильних і кріогенних системах, де необхідно запобігати надмірному припливу тепла.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

1.3 Труби та елементи попередньо теплоізовані для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж

Труби та елементи попередньо теплоізовані для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж спіненим поліуретаном для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж.



Рис.1.1 Теплоізований відвод



Рис.1.2 Труба пряма попередньо теплоізована

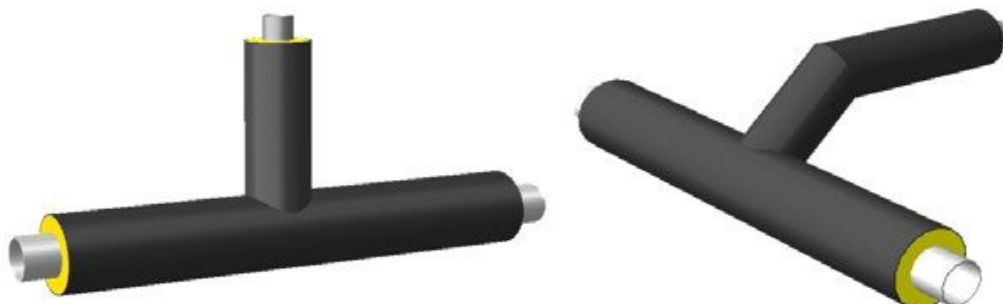


Рис.1.3 Теплоізовані трійники

Температура теплоносія + 140 °С (150 °С) максимальний робочий тиск не більше 1,6 МПа). Високі експлуатаційні параметри труби та фасонних виробів дозволяють забезпечити:

- втрати тепла при транспортуванні до (1,5...2) % (такі незначні втрати тепла стали можливими завдяки сучасним технологіям виробництва попередньо ізольованих труб і, перш за все, процесу спінення поліуретану під дією циклопентану);

- термін експлуатації теплотраси (30...40) років (теплоізоляційні характеристики попередньо ізольованих труб незмінні впродовж усього терміну експлуатації, старіння металевої труби і гідроізоляційної оболонки відповідає міжнародним стандартам);

- зменшення капітальних витрат на (15...20) %, експлуатаційних - в 9 разів, ремонтних - в 3 рази (експлуатація попередньо ізольованих трубопроводів не потребує профілактики, як наслідок - споживачі не потерпають від щорічних літніх відключень гарячого водопостачання; виникненню аварійних ситуацій на теплотрасі запобігає система аварійної сигналізації; її вартість в межах 1,5 % від загальної вартості теплотраси);

- час безканальної прокладки теплотраси зменшується у (3...4) рази.

З кожним роком комунікації стають все надійнішими, тому що для монтажу трубопроводів використовуються матеріали з більш високими технічними характеристиками. Сучасні труби для теплопровідних трас - це не звичайні вироби з металу.

Сталеві труби тепер «одягнені» у спінену поліуретанову ізоляцію. Це дозволяє зберігати високу температуру носіїв, забезпечує надійний захист труб від негативного впливу зовнішнього середовища, від механічних пошкоджень і деформацій.

Попередньоізольовані труби для теплотрас відповідають всім нормам і мають стандартні розміри, що дозволяють використовувати матеріал у всіх системах і при різних умовах експлуатації.

Застосування ізольованих труб при монтажі теплотрас дає масу переваг в порівнянні з іншими матеріалами: труби попередньоізольовані ППУ витримують досить високі температури; має мінімальні теплові втрати; надійна ізоляція забезпечує можливість безканальної прокладки траси, що економить і засоби, і час; труби попередньоізольовані пенополіуратаном практично не виходить з ладу, тому не вимагає великих грошових коштів на обслуговування і ремонт; високі технічні характеристики забезпечують досить тривалу експлуатацію теплотраси.

1.4 Технічних рішень систем теплопостачання

На сьогоднішній день централізовані системи теплопостачання міст України використовуються не ефективно. Їх обладнання морально та фізично застаріло, впровадження нових рішень та технологій виконується безсистемно і без урахувань принципів взаємодії всіх ланок та елементів комплексу теплопостачання. З цих причин широкого загалу набула громадська та наукова думка щодо недоцільності подальшого розвитку систем централізованого теплопостачання. Виключним шляхом розвитку визнаються локальні теплогерела з традиційним або альтернативним виробництвом теплоти. Практика використання централізованих систем теплопостачання показує, що прихований потенціал таких систем може бути використаний шляхом збалансованого застосування комплексних взаємопов'язаних науково-технічних та передових організаційно-технологічних засобів в галузі енергопостачання.

Розвиток системи теплопостачання міста провадився збалансовано з енергетичними потребами міста в основному екстенсивним методом. Спорудження районних котелень виконувалось централізовано, таким чином, щоб виключити значне перекриття їх зон теплопостачання. З кінця 70-х до 90 х років розвиток централізованої системи теплопостачання та її ув'язка із спорудженням дрібних локальних теплогерел проводилася за генеральним планом, а пік розбудови системи теплопостачання припадав на 60-70-ті роки минулого сторіччя.

Аналітичний огляд подальшого розвитку системи теплопостачання показав, що збільшення централізації управління теплопостачанням шляхом прийняття в господарче відання внутрішньоквартальних теплових мереж, теплових пунктів,

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

насосних станцій та допоміжного обладнання призводить до вирівнювання згаданого дисбалансу. Подальше зменшення дефіциту приєднаної теплової потужності можливе при об'єднанні управління централізованими потужними теплогерелами та дрібними локальними котельними за рахунок узгодження їх роботи. На цьому можливості організаційних заходів щодо зниження дефіциту теплової потужності практично вичерпуються.

Одним із основних напрямів державної політики, державного управління та господарювання у сфері теплопостачання є розробка та впровадження схем теплопостачання міст та інших населених пунктів України на основі оптимального поєднання систем централізованого, помірно-централізованого, децентралізованого та автономного теплопостачання.

Схема теплопостачання служить передпроектним документом, в якому обґрунтовується економічна доцільність та господарська необхідність проектування і будівництва нових, розширення та модернізація діючих джерел теплової енергії і теплових мереж. Для прийняття рішень по теплопостачанню того чи іншого населеного пункту проводиться паспортизація діючої системи, а саме: обстеження котелень міста щодо подальшої їх ефективної експлуатації; обстеження теплових мереж з метою виявлення аварійних участків та зношеної ізоляції; розрахунок теплового балансу щодо відповідності встановлених теплових потужностей тепловим навантаженням споживачів.

Проводяться гідравлічні розрахунки теплових мереж з можливим переходом на двотрубні системи і улаштуванням індивідуальних теплових пунктів (ІТП). Це дає можливість знизити теплові втрати при транспортуванні, зменшити металоємність теплових мереж відповідно і капіталовкладення в будівництво, а також знизити експлуатаційні витрати.

Використання для будівництва та реконструкції теплових мереж попередньо ізольованих пінополіуретаном теплопроводів. Порівняно з традиційними такі труби дозволяють зменшити втрати тепла з поверхні трубопроводу з 20% до 7%, а також у два рази зменшити витоки мережної води.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

1.5 Конструктивні характеристики сучасних тепломереж

Загальні конструктивні характеристики сучасних тепломереж:

- Теплоізоляція: Залежно від температурного режиму, застосовуються різні види ізоляційних матеріалів (пінополіуретан, мінеральна вата, базальтова вата тощо).

- Корозійний захист: Металеві труби потребують покриття, яке запобігає корозії. Для цього використовуються різноманітні антикорозійні покриття або матеріали (наприклад, поліетиленові оболонки).

- Моніторинг та автоматизація: Встановлення датчиків температури, тиску та витрати для моніторингу роботи мережі, а також автоматичних систем управління для оптимізації витрат тепла та енергії.

Усі ці аспекти враховуються для того, щоб сучасні теплові мережі працювали з високою ефективністю, мінімальними втратами тепла та забезпечували надійне опалення споживачів.

Для забезпечення циркуляції води під час аварійних відключень мереж і для заповнення трубопроводу водою в пусковий період довгі магістральні трубопроводи з умовним діаметром від 100 мм і більше ділять перемичками між подавальною і зворотною лініями на окремі секції довжиною не більше ніж 1000 м (рисунок 1.1).

Діаметр перемички становить 0,3 від діаметра магістральної труби, але не менше ніж 50 мм [9, п. 12.16]. На ній встановлюють дві засувки з контрольним спускним ventилем між ними з умовним діаметром 25 мм. За перемичкою (як рахувати від джерела теплопостачання) встановлюють запірну арматуру для секціонування [9, п. 12.16] (рисунок 1.4).

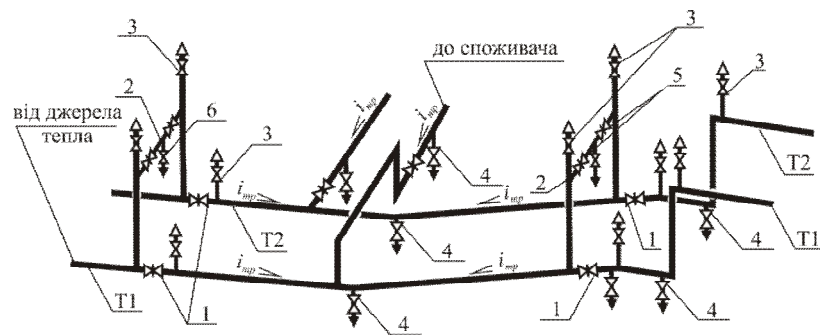


Рис. 1.4 Схема розміщення арматури водяних теплових мереж

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

1 – запірна арматура для секціонування; 2 – перемичка; 3 – повітряний клапан; 4 – спускний пристрій; 5 – перекривальна арматура на перемичці; 6 – контрольний вентиль на перемичці

1.6 Розподільні теплові мережі (локальні)

Цей тип прокладання передбачає використання мереж для локальних систем теплопостачання, таких як в окремих житлових або промислових комплексах.

Конструктивні особливості:

- малі діаметри трубопроводів, що дозволяє скоротити витрати матеріалів і зробити систему більш економічною.
- використання теплоізоляції для мінімізації теплових втрат.

Розподільні теплові мережі (локальні) - це системи, які передають тепло від центрального джерела тепла (наприклад, від централізованого теплопостачання, котельні чи ТЕЦ) до споживачів, зазвичай на обмеженій території або в межах окремого району чи будівлі. Такі мережі використовуються для локального постачання тепла, забезпечуючи ефективний перерозподіл енергії на невеликі відстані.

Особливості розподільних теплових мереж:

Конструкція і компоненти:

- трубопроводи для транспортування теплоносія (гарячої води або пари) від джерела тепла до споживачів.
- насосні станції для підтримки необхідного тиску і забезпечення циркуляції теплоносія по трубопроводах.
- розподільчі пункти (централізовані або локальні тепlopункти) для регулювання температури, тиску і розподілу тепла по підключених споживачах.
- арматура (клапани, вентилі, фільтри) для контролю і регулювання потоку теплоносія.

Переваги розподільних теплових мереж:

- ефективність локальних мереж дозволяє забезпечити ефективне теплопостачання на обмеженій території з меншими витратами енергії, оскільки відстань від джерела тепла до споживача менша, що знижує втрати тепла.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- гнучкість дозволяє легко регулювати споживання тепла відповідно до потреб кожного окремого споживача або групи споживачів.

- менше технічних втрат завдяки меншій довжині трубопроводів та можливості використання більш сучасних матеріалів і технологій, в таких мережах знижується рівень теплових втрат.

Типи розподільних теплових мереж:

- відкриті системи — в яких теплоносій безпосередньо взаємодіє з навколишнім середовищем (наприклад, вода з відкритих ставків).

- закриті системи — в яких теплоносій не контактує з навколишнім середовищем (найбільш поширена система з гарячою водою або паром у герметичних трубах).

Застосування:

- місцеве опалення в окремих будівлях, кварталах або житлових комплексах.
- промислові об'єкти, де необхідно локально забезпечити тепло для технологічних процесів.

- курортні комплекси, готелі та інші об'єкти з високими вимогами до стабільності тепlopостачання.

1.7 Опори теплових мереж

Міцне і правильне кріплення труб сприяє надійній і безпечній роботі тепломережі. На трубопровід діють різні навантаження [9, п. 12.44]:

- від внутрішнього тиску і ваги транспортованого середовища.
- від власної ваги і ваги теплової ізоляції,
- від ґрунту для підземних мереж і вітру для надземних,
- від температурного перепаду і попереднього розтягу компенсаторів тощо.

Для сприймання і передавання цих навантажень на трибальні конструкції або ґрунт встановлюють опори. Залежно від призначення опори поділяють на рухомі (вільні) і нерухомі (мертві).

Нерухомі опори утримують трубопровід і не дозволяють йому пересуватись у будь-якому напрямку.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Нерухомі опори поділяють на упорні, щитові і хомутові (рисунок 1.2). Упорні застосовують для трубопроводів усіх способів прокладання мережі, щитові – для безканального прокладання, хомутові – для надземного і прокладання у тунелях [9, п. 12.32].



					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

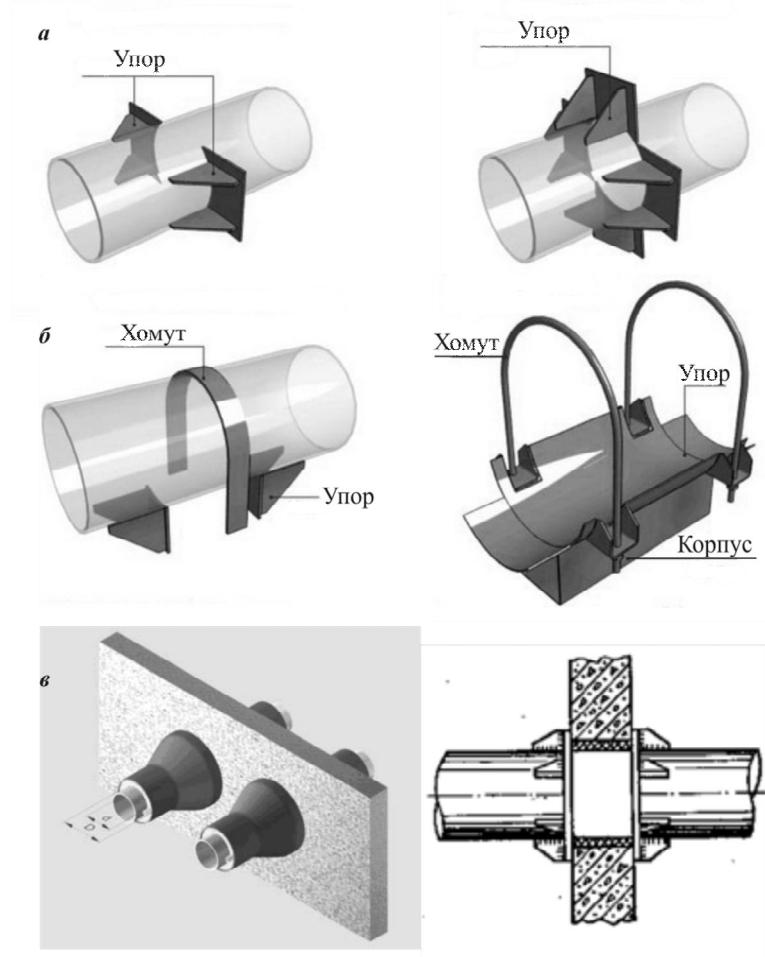


Рис. 1.5 (б). Нерухомі опори

а - лобова (упорна); б - щитова; в - хомутова; 1 - трубопровід; 2 - упор; 3 - швелер; 4 - тримальна залізобетонна конструкція; 5 - хомут

Виготовляють нерухомі опори із сталі або залізобетону. Сталеві опори (упорні, хомутові) – це швелер з кріпленням з приварною трубою. Залізобетонні опори роблять у вигляді щита і встановлюють на фундамент перекритті камер і каналів. З обох боків щита приварені опорні кільця (фланці з косинками), які й утримують трубопровід.

На виході з джерела тепла та на вході і виході з ЦТП (централізованих теплових пунктів) і насосних підстанцій:

- нерухомі опори розставляють в цих точках для того, щоб не передавати напруження трубопроводів на арматуру і устаткування. Це дозволяє зберегти цілісність обладнання, запобігаючи його деформації чи поломки через навантаження від трубопроводів.

В місцях відгалужень трубопроводу:

- Нерухомі опори необхідні для того, щоб усунути взаємний вплив перпендикулярних ділянок. Це важливо, оскільки на таких ділянках можуть виникати додаткові навантаження через зміни напрямку потоку теплоносія або механічні напруження.

На поворотах траси трубопроводу:

- Опори ставлять на поворотах, щоб запобігти виникненню згинальних і крутних моментів, які можуть виникати в разі самокомпенсації (коли трубопровід намагається вирівнятися після вигину або температурних коливань). Нерухомі опори на цих ділянках допомагають зменшити навантаження на труби і компенсувати сили, що виникають при зміні напрямку.

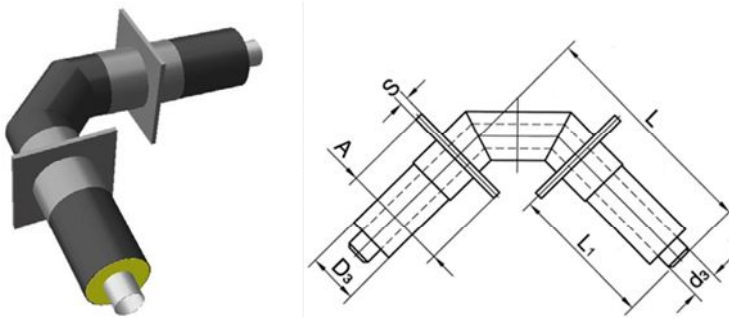


Рис. 1.6. Нерухомі опори які ставлять на поворотах

Нерухомі опори сприймають вертикальні і горизонтальні навантаження.

Під час визначення нормативного горизонтального навантаження на нерухомому опорі враховують: сили внутрішнього тиску, якщо застосовано сальникові неврівноважені компенсатори, на ділянках із запірною арматурою, переходами, кутами повороту, заглушками; сили тертя в рухомих опорах, а також в ґрунті для безканального прокладання; реакції компенсаторів і самокомпенсацію [9, дод. Г].

Горизонтальні навантаження на нерухомі опори поділяють на осьові, які діють вздовж осі трубопроводу, і бічні – перпендикулярно до осі. Осьові навантаження передаються на всі нерухомі опори, бічні – на опори розміщені у вузлах відгалужень, перед поворотом на ділянках з самокомпенсацією. Для відгалужень на два боки бічне навантаження передається від більшого відгалуження [9, п. Г.6].

Є проміжні і кінцеві опори. На перші сили діють з обох боків опори, на другі – лише з одного. Горизонтальне осьове навантаження на нерухомому опорі визначають [9,

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

п. Г.5] як суму сил, що діють на опору - для кінцевих опор та як різницю суми сил, що діють із кожного боку опори – для проміжних опор, меншу суму сил, за винятком неврівноважених сил внутрішнього тиску, розпірних зусиль і пружності сифонових компенсаторів, приймають з коефіцієнтом 0,7. Це запас навантаження на нерухому опору. Якщо суми сил, що діють з кожного боку проміжної нерухомої опори, однакові, то горизонтальне осьове навантаження визначають як суму сил, які діють з одного боку опори, з коефіцієнтом 0,3 [9, п. Г.5]. За величиною і напрямком горизонтальні навантаження не є сталими, тому нерухомі опори розраховують на найбільше горизонтальне навантаження для різних режимів роботи трубопроводу (охолодження, нагрівання), у тому числі з відкритими і закритими засувками. Для кільцевої схеми теплової мережі передбачають можливість руху теплоносія з будь-якого боку [9, п. Г.7].

Опора направляюча - це елемент конструкції, який використовується для підтримки та напрямку трубопроводів, які транспортують теплоносії чи газ. Основною функцією опор є забезпечення стабільного положення трубопроводів, їхньої безпеки та правильного руху теплоносіїв через систему. Вони повинні бути міцними, щоб витримувати навантаження від маси труб, температурні деформації та інші фактори.

Типи опор можуть варіюватися в залежності від умов експлуатації:

- підвісні опори - використовуються для трубопроводів, які проходять на висоті.

Вони дозволяють зменшити вертикальне навантаження на труби.

- опори на основі - для трубопроводів, що прокладаються по горизонталі або мають значну кількість зміщень.

- роликові опори - застосовуються там, де необхідно враховувати теплові розширення трубопроводів, що можуть змінювати їх довжину під впливом температури.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

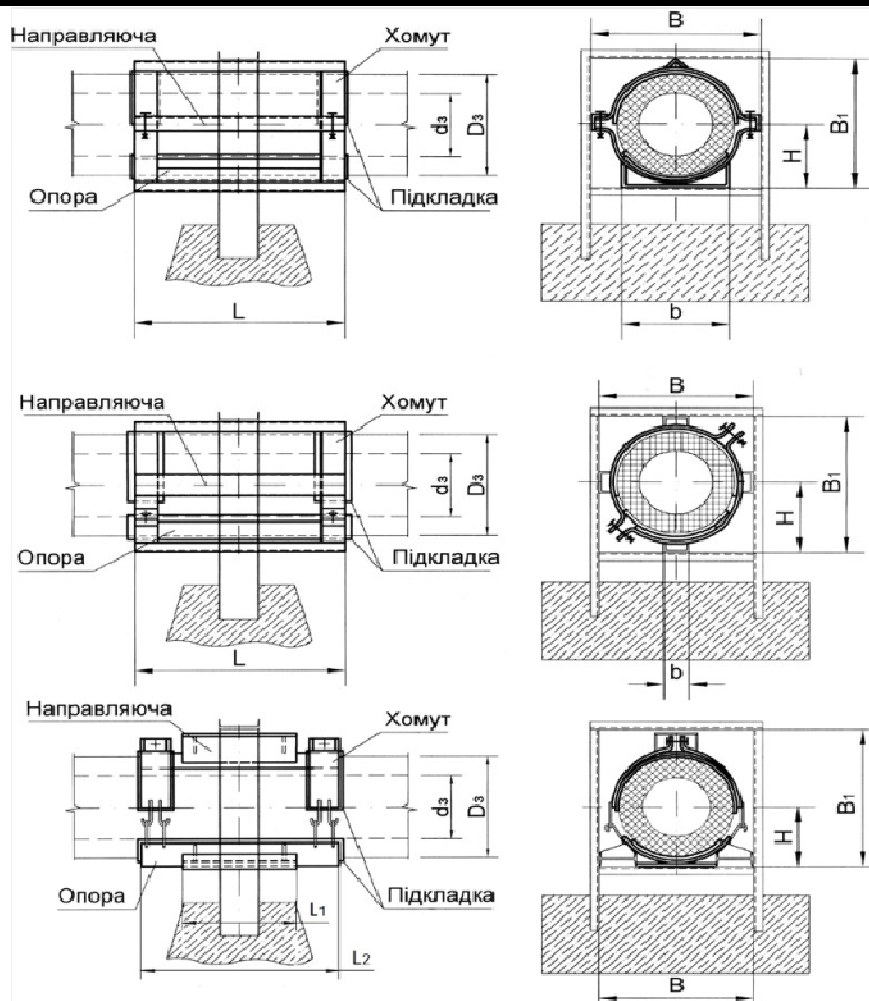


Рис. 1.7 Опори направляючі

Ковзні опори – це конструктивні елементи трубопроводних систем, які дозволяють трубам вільно переміщуватися в поздовжньому напрямку під впливом теплових розширень. Вони використовуються для компенсації змін довжини трубопроводу, що виникають внаслідок нагрівання чи охолодження теплоносія.

Основні функції ковзних опор:

Компенсація теплових деформацій: під час нагрівання трубопровід розширюється, і ковзні опори дають змогу трубам переміщуватися без створення додаткових напружень.

Забезпечення стійкості: опори підтримують трубу та перешкоджають її зміщенню в інших напрямках, крім поздовжнього

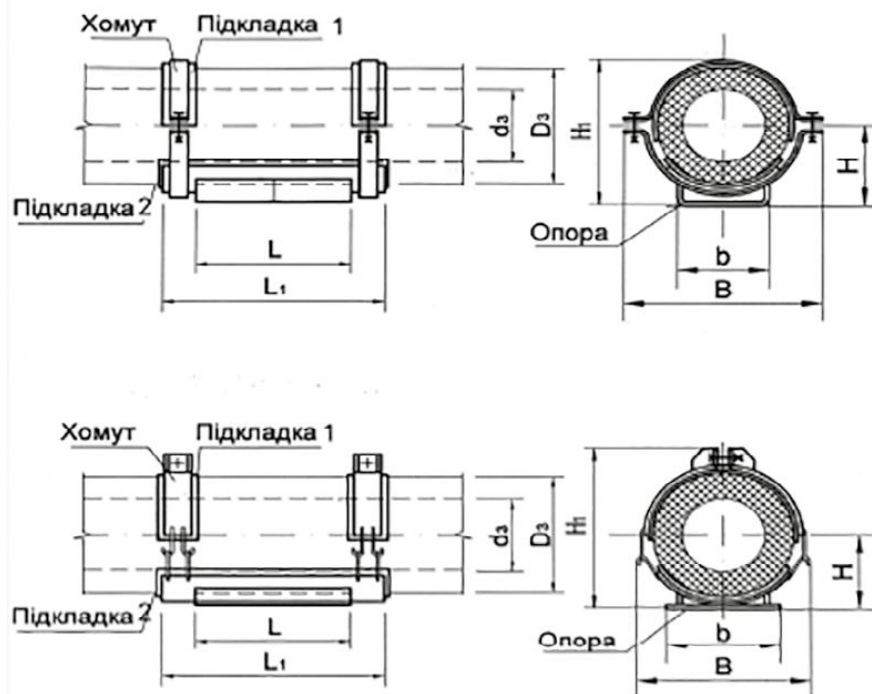


Рис. 1.8 Опори ковзані

1.8 Труби та елементи з двохаровою ізоляцією типу «Сендвіч» з поліетиленовою оболонкою для робочої температури носія $T_p \leq 250^\circ\text{C}$

Корпорація «Енергоресурс-Інвест» виготовляє труби та елементи з провідною сталевую трубою та з двохаровою ізоляцією типу «Сендвіч» для трубопроводів з робочою температурою носія $T_p \leq 250^\circ\text{C}$ при постійному режимі експлуатації.

Конструкція труб та елементів зі сталевую провідною трубою та з двохаровою ізоляцією типу «Сендвіч»:

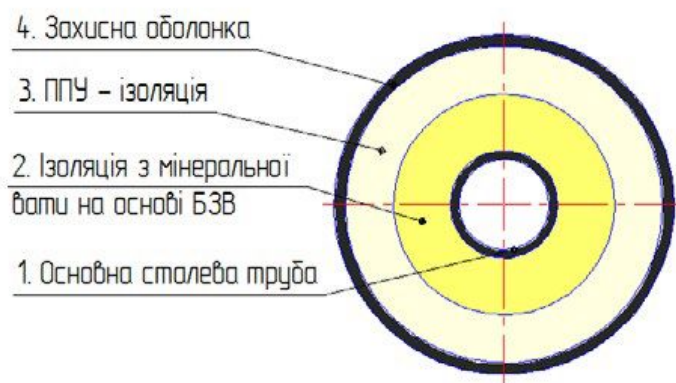


Рис. 1.9 Конструкція труб та елементів зі сталевую провідною трубою та з двохаровою ізоляцією типу «Сендвіч»

1. Основна труба - стальна повинна відповідати вимогам НПАОП 0.00-1.11-98.

								Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР			

2. Перший шар ізоляції - це ізоляція з мінеральної вати на основі базальтового волокна (БЗВ) з термостійкістю до 250°C.

3. Другий шар ізоляції* - це ізоляція з жорсткого пінополіуретану (ППУ) з термостійкістю до 150°C.

4. Захисна оболонка з поліетилену повинна відповідати вимогам [31]. Товщини кожного шару ізоляції розраховуються окремо для кожного замовлення з врахуванням:

- температури носія;
- діаметру основної труби;
- умов прокладання трубопроводу;
- умов експлуатації трубопроводу;
- очікуваного ефекту від ізоляції.

Висновки до першого розділу

Вибір типу прокладання та конструктивних рішень є ключовим для ефективної роботи теплових мереж і залежить від характеристик трубопроводів, умов експлуатації, можливих аварійних ситуацій та економічної ефективності.. Використання інноваційних матеріалів і технологій сприятиме сталому розвитку енергетичної інфраструктури. Цей підхід дає чітке розуміння того, як технології, конструктивні особливості та економічні чинники взаємодіють для оптимізації тепlopостачання в умовах змінюваного середовища. Важливими є також витрати на монтаж, обслуговування і довговічність мереж, сучасні теплові мережі характеризуються використанням труб з полімерних матеріалів та ефективною термоізоляцією, що знижує тепловтрати та підвищує енергоефективність, впроваджується високотехнологічне обладнання, що дозволить покращити надійність мереж, знизити витрати та адаптуватися до змін клімату.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

2.1 Вихідні дані об'єкта дослідження

Географічний пункт будівництва – м. Київ.

Розрахункові параметри зовнішнього повітря [1] :

- розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення для м.Київ - 22°C [1];
- розрахункова температура внутрішнього повітря будівлі $+18^{\circ}\text{C}$;
- середня температура найбільш холодого місяця - $4,7^{\circ}\text{C}$;
- тривалість опалювального періоду 165 діб.

Параметри транспортуємих теплоносіїв і категорія трубопроводів згідно [1]: трубопровід Т1 до 80°C теплової мережі: без категорії, інші трубопроводи: без категорії. Теплоносій хімічно очищена та хімічно деаерована вода з котельні. Параметри середовища: теплові мережі Т1, Т2 – $80/60^{\circ}\text{C}$, 4,8/2,0 бар, споживачі Т1, Т2 – $80/60^{\circ}\text{C}$.

2.2 Визначення теплових навантажень житлових будівель

Кількість поверхів – 5, кількість будинків – 9.

Висота поверху (від підлоги до підлоги) - 3м.

Висота підвалу (від підвалу до підлоги першого поверху) – 2,5 м.

Матеріал утеплювача огорожувальних конструкцій :

- утеплювач стіни – плити пінополістирольні густиною 35 кг/м^3 ;
- утеплювач перекриття над підвалом і горищне перекриття – мати мінераловатні прошивні будівельні, 95 кг/м^3 ;

Система опалення: водяна, двотрубна з нижнім розведенням з квартирним обліком тепла. Тип опалювальних приладів : радіатори сталеві.

Теплова потужність системи опалення залежить від тепловтрат будинку, які дорівнюють сумі розрахункових втрат тепла опалюваними приміщеннями Q, кВт.

Для визначення теплового навантаження на опалення 5-ти поверхових житлових будинків, у кількості 9 будівель, які впроваджуються у місті Київ можна розрахувати за питомими тепловими характеристики на опалення [14, 17]:

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- максимальне теплове навантаження на опалення для житлових, громадських та виробничих будівель, Вт

$$Q'_{o \max} = \alpha_i q_{op} \beta_i V_z (t_b - t'_o); \quad (2.1)$$

q_{op}, q_v - питомі теплові характеристики будівлі на опалення та вентиляцію, Вт/(м³°C), визначають в залежності від призначення будівлі та її об'єму;

V – об'єм будівлі за зовнішніми обмірами, м³;

t_b – середня температура внутрішнього повітря будівлі, °C;

t'_o - розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення, °C;

β_i – температурний коефіцієнт, який враховує різні кліматичні зони та використовується, коли розрахункова температура зовнішнього повітря відрізняється від -30°C

α_i – коефіцієнт, який враховує витрату теплоти на підігрівання зовнішнього повітря, яке надходить в будівлю за рахунок інфільтрації через нещільності в огороженнях, приймають рівним 1,05-1,1 [29].

Також максимальне теплове навантаження на опалення житлових і громадських будівель житлових районів міст та інших населених пунктів, з урахуванням норм загальної житлової площі, Вт, можна визначати за формулою:

$$Q'_{o \max} = q_o A (1 + K_1) \quad (2.2)$$

q_o - укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення 1 м² загальної площі житлових будівель, Вт/м² (дод. 5) [31];

K_1 - коефіцієнт, що враховує тепловий потік на опалення громадських будівель, при відсутності даних слід приймати $K_1=0,25$ [31];

A - загальна площа житлових будівель, м²; максимальне теплове навантаження на вентиляцію громадських будівель

Також теплове навантаження системи опалення слід визначати згідно вимог [18]. Проектне теплове навантаження всієї будівлі обчислюють за такою формулою:

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i}, \text{ Вт} \quad (2.3)$$

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

де: $\sum \Phi_{T,i}$ – сума проектних втрат тепла за рахунок теплопередачі через всі огороження будівлі, за винятком того тепла, що передається всередині будівлі, Вт;
 $\sum \Phi_{V,i}$ – сума проектних вентиляційних втрат тепла, Вт; – сума надлишків теплової потужності, що необхідні для компенсації наслідків зменшення продуктивності системи опалення, Вт.

Згідно стандарту EN 12831 [Скриль В. В. Зарубіжний досвід реформування і розвитку теплового господарства та можливість застосування його в регіонах України // Економічний простір. — 2008. — № 20/2. — С.22-29.] розрахунок проектних втрат тепла опалюваного простору за рахунок теплопередачі визначаємо:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (2.4)$$

де: $H_{T,ie}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до навколишнього середовища (e) через оболонку будівлі, Вт/К; $H_{T,iue}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до навколишнього середовища (e) через неопалювані простори (u), Вт/К; $H_{T,ij}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору до суміжного опалюваного простору (j) за різниці температур більше 3°C (тобто до суміжного опалюваного простору в тій самій частині будинку або в прилеглій частині будинку), Вт/К; $\theta_{int,i}$ – проектна внутрішня температура опалюваного простору (i), °C; θ_e – проектна зовнішня температура, °C.

Значення коефіцієнта втрат тепла $H_{T,ie}$ за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до навколишнього середовища (e) залежить від розмірів та характеристик елементів будинку, що відділяють опалюваний простір від зовнішнього середовища, таких як: стіни, підлоги, покриття, двері, вікна. Згідно зі стандартом EN 12831[EN 12831:2003 (E) Heating systems in buildings – Method for calculation of the design heat load. – CEN, 2003. – 76.], також враховують вплив лінійних теплових мостів:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, \text{ Вт/К} \quad (2.5)$$

де: A_k – площа елемента будинку (k), м²; U_k – коефіцієнт теплопередачі огороження (k) прирівнюємо до коефіцієнта теплопередачі, Вт/(м²·К); ψ_l – коефіцієнт теплопередачі лінійного теплового мосту (l), Вт/(м·К); l_l – довжина

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

лінійного теплового мосту (l) між внутрішнім і зовнішнім просторами, м; e_k, e_l – поправочні коефіцієнти на орієнтацію огороження з урахуванням впливів таких факторів, як тип ізоляції, абсорбція вологи елементами будівлі, швидкість вітру та температура повітря (у випадку, якщо ці впливи не були враховані раніше при визначенні коефіцієнта U_k).

Коефіцієнт $H_{T,ij}$ враховує втрати тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до суміжного опалюваного простору (j) за суттєвої різниці температур. У випадку розрахунку втрат тепла в суміжний опалюваний простір з нижчою температурою не враховують вплив теплових мостів. Суміжним опалюваним простором може бути сусіднє приміщення в тій самій квартирі або приміщення в іншій квартирі чи навіть у прилеглому будинку.

Коефіцієнт $H_{T,ij}$ обчислюють за таким виразом:

$$H_{T,je} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, \text{ Вт/К}, \quad (2.6)$$

де: f_{ij} – коефіцієнт пониження температури, що враховує різницю між температурою суміжного опалюваного простору та проектною зовнішньою температурою, який визначають за виразом:

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k, \text{ Вт/К} \quad (2.7)$$

де: $\theta_{int,i}$ – проектна внутрішня температура опалюваного простору (i), °С; θ_j – температура прилеглого опалюваного простору, °С; θ_e – проектна зовнішня температура, °С.

Розрахунок проектних вентиляційних втрат тепла опалюваного простору:

$$f_{ij} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_j}{\theta_{int,i} - \theta_e}, \quad (2.8)$$

де: H_V – коефіцієнт проектних вентиляційних втрат тепла, Вт/К;.

Мінімальна об'ємна витрата повітря, згідно з гігієнічними вимогами, надходить в опалюваний простір (), може бути обчислена за таким виразом:

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР		Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e), \text{ Вт} \quad (2.9)$$

де: $n_{\min}$ – мінімальна кратність повітрообміну згідно з гігієнічними вимогами, год⁻¹, в курсовому проекті приймаємо $n_{\min} = 0,5$ год⁻¹ [Методичні вказівки до розрахунку проектного теплового навантаження систем опалення будівель за EN 12831 у курсовому проекті з «Опалення» для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання і вентиляція» всіх форм навчання / С.Б. Проценко, О.С. Новицька. – Рівне: НУВГП, 2016. – 40 с., табл. 12]; V_i – об’єм опалюваного простору (i), обчислений на підставі внутрішніх розмірів (у світлі стін і перекриттів), м³.

Запас теплової потужності для компенсації наслідків пониження продуктивності опалення визначається за виразом:

$$\dot{V}_{\min,i} = n_{\min} \cdot V_i, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (2.10)$$

де: A_i – внутрішня площа підлоги опалюваного простору (i), м²;

f_{RH} – питома надбавка нагрівання, Вт/м².

Приймаємо постійний тепловий режим, тому величину питомої надбавки приймаємо нулю.

Обрахунок тепловтрат будинку проводимо в програмі Audytor OZC 6.11. Результати розрахунків наведено в табл. 2.1.

Сумарне максимальне теплове навантаження на опалення будівлі розраховується шляхом сумування отриманих результатів для кожного будинку:

$$\sum Q'_{o \max} = \sum Q_i = 0,145 + 0,191 + 0,100 + 0,287 + 0,275 + 0,191 + 0,240 + 0,100 + 0,100 = 7919,5 \text{ кВт} = 1,63 \text{ МВт}.$$

Таблиця 2.1 Розрахункові теплові потоки житлових будинків

Поз.	Найменування споживача	Розрахунковий тепловий потік, МВт				
		Опалення	Вентиляція	ГВП	Технологія	Всього
1.1	Житловий будинок №1, секц.1	0,050	-	-	-	0,050
1.2	Житловий будинок №1,	0,045	-	-	-	0,045

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР		Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			

Продовження табл.2.1

Поз. .	Найменування споживача	Розрахунковий тепловий потік, МВт (ГКал/гоб)				
		Опалення	Вентиляція	ГВП	Технологія	Всього
6.1	Житловий будинок №6, секц.1	0,050	-	-	-	0,050
6.2	Житловий будинок №6, секц.2	0,045	-	-	-	0,045
6.3	Житловий будинок №6, секц.3	0,045	-	-	-	0,045
6.4	Житловий будинок №6, секц.4	0,050	-	-	-	0,050
	Всього, буд. №6 :					0,191
7.1	Житловий будинок №7, секц.1	0,053	-	-	-	0,053
7.2	Житловий будинок №7, секц.2	0,042	-	-	-	0,042
7.3	Житловий будинок №7, секц.3	0,045	-	-	-	0,045
7.4	Житловий будинок №7, секц.4	0,044	-	-	-	0,044
7.5	Житловий будинок №7, секц.5	0,056	-	-	-	0,056
	Всього, буд. №7 :					0,240
8.1	Житловий будинок №8, секц.1	0,050	-	-	-	0,050
8.2	Житловий будинок №8, секц.2	0,050	-	-	-	0,050
	Всього, буд. №8 :					0,100
9.1	Житловий будинок №9, секц.1	0,050	-	-	-	0,050
9.2	Житловий будинок №9, секц.2	0,050	-	-	-	0,050
	Всього, буд. №9 :					0,100
	Всього, буд. №1-9 :					1,63

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

Арк

Висновки до другого розділу

Проведено розрахунок теплового навантаження для 5-поверхових житлових будинках в кількості 9-ти, з урахуванням теплофізичних характеристик, кліматичних умов та теплотехнічних характеристик системи опалення будівель з двотрубною закритою системою теплопостачання від котельні до приєднання систем споживачів, через вузли вводу. Обрана система теплопостачання є оптимальним рішенням для забезпечення ефективного та економічного теплопостачання в 5-поверхових житлових будинках та відповідає вимогам щодо комфорту, енергоефективності та безпеки в експлуатації.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ

Гідравлічний розрахунок – це один основних етапів проектування теплових мереж.

Завданням гідравлічного розрахунку є:

- визначення діаметрів трубопроводів;
- розрахунок втрат тиску;
- визначення тиску в різних точках мережі;
- ув'язування усіх гілок системи.

На підставі гідравлічного розрахунку розробляють гідравлічні режими системи теплопостачання, визначають характеристики насосів, умови роботи джерел теплоти та абонентських введів, металоємність та основні капіталовкладення, підбирають авторегулятори, дросельні пристрої, обладнання теплових пунктів, розробляють режим експлуатації систем теплопостачання.

Для виконання гідравлічного розрахунку необхідні:

- схема мережі, на якій вказують: місця підключення споживачів, їх теплові навантаження, джерело тепла, довжини розрахункових ділянок;
- профіль мережі;
- розрахункові витрати теплоносія.

3.1 Трасування теплових мереж

Виконано трасування теплових мереж до житлових будинків від котельні. Правила трасування трубопроводів є важливими нормами і рекомендаціями, що визначають правильне розташування трубопроводів у будівлях і на виробничих майданчиках для забезпечення ефективної та безпечної роботи систем. Трасування трубопроводів повинно відповідати вимогам безпеки, зручності експлуатації та ремонту, а також забезпечувати мінімальні теплові втрати і технічні несправності.

Трасування трубопроводів повинно забезпечувати прямолінійність і мінімальні зміщення. Кожен поворот трубопроводу збільшує гідравлічний опір, тому намагаються уникати непотрібних вигинів.

Необхідно уникати прокладання трубопроводів через важкодоступні або небезпечні зони, де можуть виникати проблеми з обслуговуванням та ремонтом.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Трубопроводи не повинні бути прокладені в зонах, що можуть бути піддані механічним пошкодженням або високим температурним навантаженням.

При трасуванні слід дотримуватися мінімальних відстаней від конструкцій будівель (стін, стель, колон), щоб забезпечити легкий доступ для обслуговування.

При прокладанні трубопроводів необхідно забезпечити певні відстані між трубами і іншими комунікаціями або конструкціями будівлі. Ці відстані визначаються в залежності від типу труб, їх діаметра і призначення. Трубопроводи, що працюють під високим тиском, повинні бути прокладені так, щоб уникнути можливості їх руйнування або витоків у разі аварії.

Для систем з опаленням необхідно забезпечити достатній захист трубопроводів від температурних деформацій та перегріву. Це може включати теплоізоляцію труб, що знижує втрати тепла, а також обмежує можливість пошкодження труб під впливом високих температур. При прокладанні трубопроводів потрібно враховувати можливість термічного розширення матеріалів. Це може бути здійснено шляхом використання компенсаторів розширення або спеціальних підвісів, що дозволяють зберігати стабільність трубопроводів.

Трубопроводи повинні бути оснащені необхідною арматурою (клапанами, кранами, засувками) у зручних для обслуговування місцях. Розміщення фітінгів, з'єднань, муфт і інших елементів має бути таким, щоб забезпечити доступ до них у разі потреби у ремонті або заміні.

Особлива увага приділяється вимогам до гідравлічного розрахунку трубопроводів, що включають визначення оптимального діаметра труб, вибору матеріалу, визначення параметрів теплоносія, його температури та тиску.

Система теплопостачання 2-х трубна, закрита, регулювання відпуску тепла центральне якісне-кількісне згідно графіку зміни температури теплоносія у залежності від температури наружного повітря. Регулювання температури теплоносія реалізується у схемі котельні. Вузли вводу споживачів виконують функції доочищення теплоносія, гідравлічного регулювання та обмеження максимальної витрати, та інш. Трубопроводи теплової мережі виконуються зі попередньо теплоізованих труб корпорації «Енергоресурс-Інвест» яка виготовляє труби та елементи з провідною сталевією трубою та з двошаровою ізоляцією типу «Сендвіч»

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

для трубопроводів з робочою температурою носія $T_p \leq 250^\circ\text{C}$ при постійному режимі експлуатації.

Монтаж і випробування трубопроводів виконувати згідно вимог [1,4]. Після монтажу трубопроводи піддати гідравлічному випробуванню $P_{\text{гідр}} = 1.25 \times P_{\text{роб}}$, но не більш 0,65 МПа (6,5 кгс/см²) для розподільчих теплових мереж, та не більш 0,6 МПа (6 кгс/см²) для місцевих систем споживача.

Трубопроводи прокладаються з ухилом не менш 0,002 у бік дренажів. У верхніх точках встановлюються воздушники. Кріплення трубопроводів передбачені з віброізолюючими прокладками для зменшення шуму.

Трубопроводи проклаємо та кріпимо по місцю, арматуру встановлюємо у місцях зручних для обслуговування.

Для захисту від корозії, після монтажу усі сталеві трубопроводи окрасити масляно-бітумною фарбою БТ-177 в два шари поверх ґрунтовки ГФ-021 в один шар. Усі трубопроводи, обладнання, та металеві конструкції повинні бути приєднані до контуру заземлення для захисту від електрохімічної корозії та ураження струмом.

Для зменшення втрат тепла та дотримання вимог охорони праці, усі поверхні з температурою вище 40°C повинні бути теплоізовані.

Трубопроводи $T_{\text{сер}} < 90^\circ\text{C}$ – трубки з вспіненого матеріалу, покрівний шар з фольгованого матеріалу.

Монтажна організація складає акти на приховані роботи:

- акт гідравлічного випробування трубопроводів на міцність та герметичність, акт на промивання трубопроводів,
- акт на теплоізоляційні роботи та антикорозійне покриття.

Обслуговування арматури, обладнання, та трубопроводів на відм 1,6 м та вище здійснюється з пересувної площадки обслуговування.

Трубопроводи, в залежності від призначення, маркувати кольорами згідно ГОСТ 14202.

Прокладання трубопроводів повинна вести кваліфікована монтажна організація корпорації «Енергоресурс-Інвест» яка виготовляє труби та елементи з провідною сталевією трубою та з двошаровою ізоляцією типу «Сендвіч» яка має необхідний

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

досвід та знання вимог виробника до монтажу системи, які треба безумовно виконувати.



Рис. 3.1. Схема тепломережі житлового масиву

Компенстори в тепловій мережі не застосовуються через відносно невеликі відстані між з'єднаннями, а також через особливості їх прокладання, функцію

компенсації температурних деформацій часто виконують самі повороти трубопроводів, в таких умовах компенсатори не є критичними для нормальної роботи системи. Теплові мережі часто працюють при відносно постійних температурах теплоносія. Зазвичай, навіть при значних температурних змінах, компенсувати деформації трубопроводів можна шляхом правильно спроектованих поворотів труб, що забезпечують гнучкість системи. Це дозволяє уникнути необхідності в спеціальних компенсаторах. Встановлення компенсаторів потребує додаткових витрат на матеріали, монтаж і обслуговування. У випадку коротких ділянок трубопроводів, де компенсатор може бути непотрібним, зазвичай обходяться поворотами труб, що є більш економічно вигідним рішенням.

Повороти трубопроводів в теплових мережах виконують роль механічних компенсаторів, дозволяючи трубам гнучко реагувати на температурні коливання без додаткових елементів. Коли температура в трубопроводі змінюється, труби розширюються або стискаються, і повороти на трасі допомагають поглинати ці зміщення. Повороти можуть компенсувати зміни довжини трубопроводів за рахунок їхньої здатності до невеликих вигинів, що дає можливість уникнути виникнення зайвих механічних напруг. Отже, в теплових мережах компенсація температурних деформацій часто здійснюється за допомогою поворотів трубопроводів, а не за допомогою спеціальних компенсаторів. Це дозволяє заощадити на додаткових витратах і зберегти економічність і ефективність експлуатації системи.

Дренажні колодці в теплових мережах застосовуються в закритій тепловій мережі, у трубопроводах, які прокладені під землею або в закритих приміщеннях, де відсутній природний відвід води, дренажні колодці необхідні для контролю за рівнем вологи, це спеціальні конструктивні елементи, що призначені для збору та відведення конденсату або вологи, яка може виникнути в процесі експлуатації теплових мереж. Вони є важливою частиною системи теплопостачання, особливо в закритих і підземних трубопроводах, де наявність вологи може призвести до корозії, зниження ефективності роботи та навіть аварійних ситуацій.

Функцією дренажних колодців є:

- збір конденсату у системах теплопостачання, що працюють на пароводяних котлах або з паровими теплоносіями, конденсат може утворюватися через

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

оохолодження трубопроводів або під час зупинки циркуляції. Дренажні колодці служать для збору цього конденсату та його відведення, запобігаючи накопиченню води в трубах.

- відведення вологи під час роботи теплової мережі на деяких ділянках труб можуть утворюватися невеликі кількості води, що призводить до корозії труб або їх передчасного зношування. Дренажні колодці допомагають знижувати ризик таких пошкоджень.

- захист від корозії так, як адмірна вологість може спричиняти корозію металевих трубопроводів і інших елементів системи. Дренажні колодці забезпечують своєчасне видалення води, що дозволяє зберегти матеріали трубопроводів і продовжити термін служби системи.

- контроль стану мережі, так як вони можуть служити місцем для проведення оглядів і перевірок стану трубопроводів, а також контролю за наявністю конденсату або вологи. Це важливо для своєчасного виявлення і усунення потенційних проблем.

Дренажні колодці розташовані в знижених ділянках тепломережі та в кінцевих точках трубопроводів, розміри колодців визначаються в залежності від діаметра труб та обсягу води, що може накопичуватись. Для виготовлення дренажних колодців використовуються міцні матеріали, що забезпечують довговічність і стійкість до агресивних середовищ (наприклад, корозійних впливів). Зазвичай це бетон або пластик, які забезпечують герметичність та стійкість до механічних навантажень. Дренажні колодці обладнуються клапанами або трубами для скидання води або конденсату. У деяких випадках це може бути автоматизована система, яка спрацьовує при досягненні певного рівня води в колодці.

Таким чином, дренажні колодці є важливим елементом для ефективної і безпечної роботи теплових мереж, забезпечуючи контроль за вологістю, знижуючи ризики корозії та сприяючи довговічності системи.

3.2.Гідравлічний розрахунок тепломережі

Розрахунок виконано з умови, що питомі втрати тиску в магістральних трубопроводах становлять не більше 130 Па/м, на відгалуженнях не більше 300 Па/м. Вихідні дані представлені до розрахунку наведено в табл. 3.1

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку

Температура води в подавальному трубопроводі, t_1 , °C	80
Температура води в поворотному трубопроводі, t_2 , °C	60
Середня температура води, t_{cp} , °C	67,5
Кінематична в'язкість, $\nu \cdot 10^6$, м ² /с	0,431
Густина води, ρ , кг/м ³	979,8
Коефіцієнт еквівалентної шорсткості K_z , мм	0,500

Повні втрати тиску ΔP складаються з втрат тиску на тертя ΔP_m і втрат тиску в місцевих опорах $\Delta P_{\text{м}}$, Па:

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_{\text{м}} \quad (3.1)$$

Втрати тиску на тертя ΔP_m визначають за формулою Вейсбаха-Дарсі, Па:

$$\Delta P_m = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2} \quad (3.2)$$

де λ - безрозмірний коефіцієнт гідравлічного тертя; d - внутрішній діаметр трубопроводу, м; ρ - густина теплоносія, кг/м³; ω - швидкість руху теплоносія, м/с; l - довжина трубопроводу, м.

Коефіцієнт гідравлічного тертя залежить від числа Рейнольдса (Re) і відносної еквівалентної шорсткості труби (ke/d). Шорсткістю труби називають виступи і нерівності, які впливають на втрати напору під час турбулентного руху рідини. В реальних умовах ці виступи і нерівності різні за формою, величиною і нерівномірно розміщені по довжині труби.

R_t - питомі втрати напору по довжині, Па/м,:

$$R_m = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} = 6,27 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\lambda}{d^5} \cdot \frac{G^2}{\rho} \quad (3.3)$$

де G - витрата теплоносія, т/год.

Результати розрахунку приведені в табл. 3.2

								Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата				

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

Таблиця 3.2 – Результати гідравлічного розрахунку тепломережі

№ ділянки	Теплове навантаження, Q, MWt	Витрата теплоносія, G, т / год	Харак-ка труби		Довжина ділянки, м			Швидкість руху води на ділянці v, м / с	Втрати тиску		Сумарні втрати тиску від точки підключення Dn, м.в.с.
			Діаметр зовнішній і товщина стінки, Dn x s, мм	Діаметр умовного проходу, du, мм	за планом, l	еквівалентна місцевим опорам, le	приведена, l _{пр} = l+l _е		питомі на тертя R, Па / м	на ділянці R _{лпр} , Па	
Ділянка №1 (КП1 – ВТ1)	1,329	80,7	140x12,7	115	14,2	4,3	18,5	0,68	27,3	387	0,17
Ділянка №2 (ВТ1 – ВТ2)	1,329	80,7	140x12,7	115	33,3	10	43,3	1,07	125,0	8578	0,75
Ділянка №3 (ВТ2 – ВТ3)	1,329	80,7	125x11,4	100	54	16,3	70,3	1,01	111,3	12987	2,30
Ділянка №4 (ВТ3 – ВТ4)	0,993	77,6	110x10	90	33,4	10	40,4	0,82	74,7	8499	2,89
Ділянка №5 (ВТ4 – ВТ5)	0,706	67,4	110x10	90	34	10,3	44,3	0,81	95,5	8987	3,94
Ділянка №6 (ВТ5 – ВТ6)	0,431	36,9	75x6,8	65	77,4	23,4	100,8	0,74	80,6	15670	4,35
Ділянка №7 (ВТ6 – ВТ7)	0,240	15,7	63x5,8	50	38,2	11,6	49,8	0,76	75,1	806	8,70
Ділянка №7* (КП1 – ВТ1)	0,200	13,5	90x8,2	75	15,4	4,6	20,0	0,68	27,3	406	0,16
Ділянка №8 (ВТ1 – ВТ8)	0,200	13,5	90x8,2	75	121,4	36,8	158,2	0,80	70,4	16768	0,50
Ділянка №9 (ВТ8 – ВТ9)	0,100	6,6	63x5,8	50	77,5	23,5	101,0	0,82	98,5	15617	2,09
Ділянка №10 (ВТ3 – ВТ10)	0,336	20,3	90x8,2	75	39,5	12,0	51,5	0,91	81,6	7456	8,5
Ділянка №11 (ВТ10 – ВТ11)	0,145	10,4	63x5,8	50	94,4	28,6	123,0	0,89	79,4	15598	4.45

На основі розрахунку будується п'єзометричний графік тепломережі рис.3.1.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР		Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			

3.3 Розрахунок витрати води в системі теплопостачання

Витрату води на компенсацію витоків приймають в кількості 0,75% від об'єму води, яка знаходиться в трубопроводах та абонентських системах, приєднаних безпосередньо. Об'єм води в системі теплопостачання знаходять за формулою:

$$V_{\text{ж}} = Q(V_{\text{с}} + V_{\text{м}}) \quad (3.6)$$

де Q – теплова потужність системи теплопостачання складає 7,9МВт;

$V_{\text{с}}, V_{\text{м}}$ – питомі об'єми мережної води, яка знаходиться в зовнішніх мережах з підігрівачами та в місцевих системах, м³/МВт.

Для теплових мереж з підігрівачами для житлових районів $V_{\text{с}} = 40 \div 43$ м³/МВт, для промислових підприємств $V_{\text{с}} = 20\text{--}30$ м³/МВт; для систем опалення громадських будівель $V_{\text{м}} = 26$ м³/МВт; для промислових $V_{\text{м}} = 13,0$ м³/МВт.

Відповідно, продуктивність насосів визначається:

$$G_{\text{ж}} = 0,0075 \cdot Q \cdot (V_{\text{с}} + V_{\text{м}}). \quad (3.7)$$

- для системи теплопостачання опалення будинку №1 (секція 1, секція 2, секція 3)

$$Q_{\text{о max}} = 1,07 \cdot 0,41 \cdot 1,17 \cdot 7450 \cdot (18 + 20) = 0,145 \text{ МВт.}$$

Відповідно, об'єм води в системі теплопостачання складає

$$G_{\text{м1}} = 0,007 \cdot 0,145 \cdot (43 + 30) = 0,074 \text{ кг/с.}$$

- для системи теплопостачання опалення будинку №2 (секція 1, секція 2, секція 3, секція 4)

$$Q_{\text{о max}} = 1,07 \cdot 0,40 \cdot 1,17 \cdot 9936 \cdot (18 + 20) = 0,191 \text{ МВт.}$$

Відповідно, об'єм води в системі теплопостачання складає

$$G_{\text{м2}} = 0,007 \cdot 0,191 \cdot (43 + 30) = 0,097 \text{ кг/с.}$$

- для системи теплопостачання опалення будинку №3 (секція 1, секція 2)

$$Q_{\text{о max}} = 1,07 \cdot 0,43 \cdot 1,17 \cdot 4968 \cdot (18 + 20) = 0,100 \text{ МВт.}$$

Відповідно, об'єм води в системі теплопостачання складає

$$G_{\text{м3}} = 0,007 \cdot 0,100 \cdot (43 + 30) = 0,051 \text{ кг/с.}$$

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- для системи теплопостачання опалення будинку №4 (секція 1, секція 2, секція 3, секція 4, секція 5, секція 6)

$$Q_{o \max} = 1,07 \cdot 0,40 \cdot 1,17 \cdot 14904 \cdot (18+20) = 0,287 \text{ МВт.}$$

Відповідно, об'єм води в системі теплопостачання складає

$$G_{M4} = 0,007 \cdot 0,287 \cdot (43+30) = 0,144 \text{ кг/с.}$$

- для системи теплопостачання опалення будинку №5 (секція 1, секція 2, секція 3, секція 4, секція 5, секція 6)

$$Q_{o \max} = 1,07 \cdot 0,40 \cdot 1,17 \cdot 14904 \cdot (18+20) = 0,275 \text{ МВт.}$$

Відповідно, об'єм води в системі теплопостачання складає

$$G_{M5} = 0,007 \cdot 0,275 \cdot (43+30) = 0,140 \text{ кг/с.}$$

- для системи теплопостачання опалення будинку №6 (секція 1, секція 2, секція 3, секція 4)

$$Q_{o \max} = 1,07 \cdot 0,40 \cdot 1,17 \cdot 9920 \cdot (18+20) = 0,191 \text{ МВт.}$$

Відповідно, об'єм води в системі теплопостачання складає

$$G_{M6} = 0,007 \cdot 0,191 \cdot (43+30) = 0,097 \text{ кг/с.}$$

- для системи теплопостачання опалення будинку №7 (секція 1, секція 2, секція 3, секція 4, секція 5)

$$Q_{o \max} = 1,07 \cdot 0,40 \cdot 1,17 \cdot 12420 \cdot (18+20) = 0,240 \text{ МВт.}$$

Відповідно, об'єм води в системі теплопостачання складає

$$G_{M7} = 0,007 \cdot 0,240 \cdot (43+30) = 0,122 \text{ кг/с.}$$

- для системи теплопостачання опалення будинку №8 (секція 1, секція 2)

$$Q_{o \max} = 1,07 \cdot 0,43 \cdot 1,17 \cdot 4968 \cdot (18+20) = 0,100 \text{ МВт.}$$

Відповідно, об'єм води в системі теплопостачання складає

$$G_{M8} = 0,007 \cdot 0,100 \cdot (43+30) = 0,051 \text{ кг/с.}$$

- для системи теплопостачання опалення будинку №9 (секція 1, секція 2)

$$Q_{o \max} = 1,07 \cdot 0,43 \cdot 1,17 \cdot 4968 \cdot (18+20) = 0,100 \text{ МВт.}$$

Відповідно, об'єм води в системі теплопостачання складає

$$G_{M9} = 0,007 \cdot 0,100 \cdot (43+30) = 0,051 \text{ кг/с.}$$

Сумарне максимальне теплове навантаження на опалення будівлі розраховується шляхом сумування отриманих результатів для кожного будинку:

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$\Sigma Q'_{\text{о max}} = 0,145 + 0,191 + 0,100 + 0,287 + 0,275 + 0,191 + 0,240 + 0,100 + 0,100 = 7919,5 \text{ кВт} = 1,63 \text{ МВт.}$$

Відповідно, об'єм води в системі теплопостачання складає

$$G_{\text{ж}} = 0,007 \cdot 1,63 \cdot (43 + 30) = 0,832 \text{ кг/с.}$$

3.4 Розрахунок коефіцієнт втрати тиску

Середній коефіцієнт втрати тиску

Середній коефіцієнт втрати тиску на будинках (4,5)

$$G_{\text{м4}} = 0,144 \text{ кг/с, } G_{\text{м5}} = 0,140 \text{ кг/с}$$

Середній коефіцієнт втрати тиску на будинках (1-3, 6-9)

$$G_{\text{м1}} = 0,074 \text{ кг/с, } G_{\text{м2}} = 0,097 \text{ кг/с, } G_{\text{м3}} = 0,051 \text{ кг/с, } G_{\text{м6}} = 0,097 \text{ кг/с,}$$

$$G_{\text{м7}} = 0,122 \text{ кг/с, } G_{\text{м8}} = 0,051 \text{ кг/с, } G_{\text{м9}} = 0,051 \text{ кг/с.}$$

Сумарна витрата води на джерелі теплоти

Сумарна витрата води на джерелі теплоти на будинках (4,5):

$$G_{\Sigma 4,5} = 0,144 + 0,140 = 0,280 \text{ кг/с.}$$

Сумарна витрата води на джерелі теплоти на будинках (1-3, 6-9):

$$G_{\Sigma 1-3, 6-9} = 0,074 + 0,097 + 0,051 + 0,097 + 0,122 + 0,051 + 0,051 = 0,543 \text{ кг/с.}$$

Загальна сумарна витрата води на джерелі теплоти на будинках (1-9):

$$G_{\Sigma \text{ заг}} = 0,144 + 0,140 + 0,074 + 0,097 + 0,051 + 0,097 + 0,122 + 0,051 + 0,051 = 0,823 \text{ кг/с.}$$

3.5 Середній коефіцієнт місцевих втрат тиску

Середній коефіцієнт місцевих втрат тиску на будинках (4,5) ділянки №7*, №8,

№9:

$$a_{\text{ср}} = 0,03 \sqrt{G_{\Sigma}} \quad (3.8)$$

$$a_{\text{ср}} = 0,03 \sqrt{0,280} = 0,015$$

За значенням $G_{\Sigma} = 0,280 \text{ кг/с}$ та $R = 80 \text{ Па/м}$ визначаємо за монограмою [9] значення діаметру трубопроводу для ділянки №7*:

Ділянка №7* (КП1 – ВТ1) 2х90/200, аналогічно визначаємо діаметри для ділянки №8 та ділянки №9, а саме:

Ділянка №8 (ВТ1 – ВТ8) 2х90/200, Ділянка №9 (ВТ8 – ВТ9) 2х63/145.

Середній коефіцієнт місцевих втрат тиску на будинках (1-3, 6-9):

$$a_{\text{ср}} = 0,03 \sqrt{G_{\Sigma}}$$

$$a_{\text{ср}} = 0,03 \sqrt{0,543} = 0,0022$$

								Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата				

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

За значенням $G_{\Sigma}=0,543\text{кг/с}$ та $R=80\text{ Па/м}$ визначаємо за монограмою [9] значення діаметру трубопроводу для ділянки №1:

Ділянка №1 (КП1 – ВТ1) 2х140/200, аналогічно визначаємо діаметри для ділянки №2, ділянки №3, ділянки №4, ділянки №6, ділянки №7, ділянки №10, ділянки №11, а саме:

Ділянка №2 (ВТ1 – ВТ2) 2х140/200, Ділянка №3 (ВТ2 – ВТ3 2х125/200, Ділянка №4 (ВТ3– ВТ4 2х110/200, Ділянка №5 (ВТ4 – ВТ5) 2х110/200, Ділянка №6 (ВТ5 – ВТ6) 2х75/200, Ділянка №7 (ВТ6 – ВТ7) 2х63/200, Ділянка №10 (ВТ3 – ВТ10) 2х90/200, Ділянка №11 (ВТ10 – ВТ11).

3.6 Визначення еквівалентної довжини ділянок двотрубної теплової мережі та відображення на схемі профілю мережі

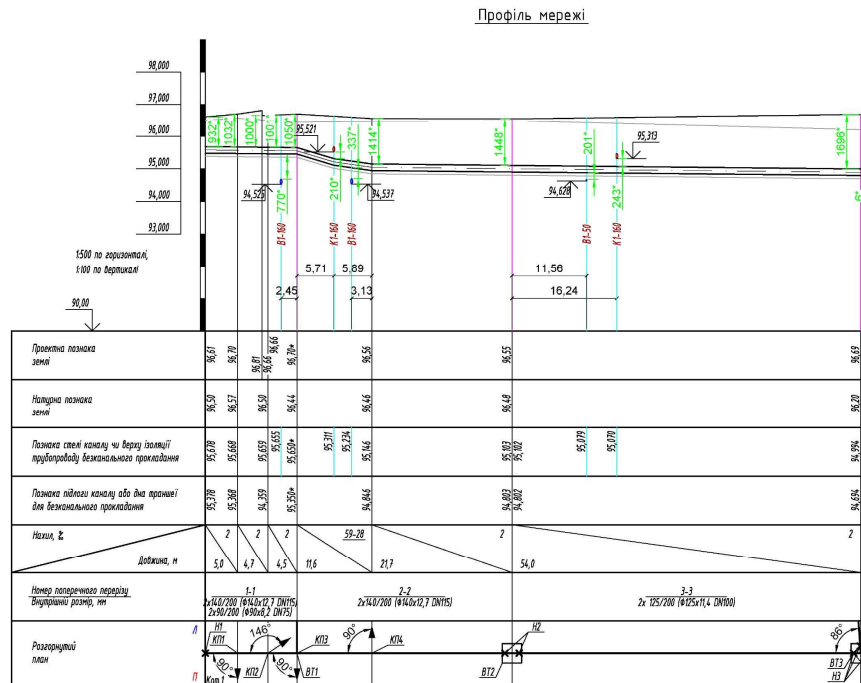


Рис. 3.3 Ділянка №1 (КП1 – ВТ1) 2х140/200 (Ø140х12,7 DN115) - довжина 5м+4,7м+4,5м=14,2м. Ділянка №2 (ВТ1 – ВТ2) 2х140/200 (Ø140х12,7 DN115) довжина 11,6м+21,7м=33,3м. Ділянка №3 (ВТ2 – ВТ3) 2х125/200 (Ø125х11,4 DN100) довжина 54м.

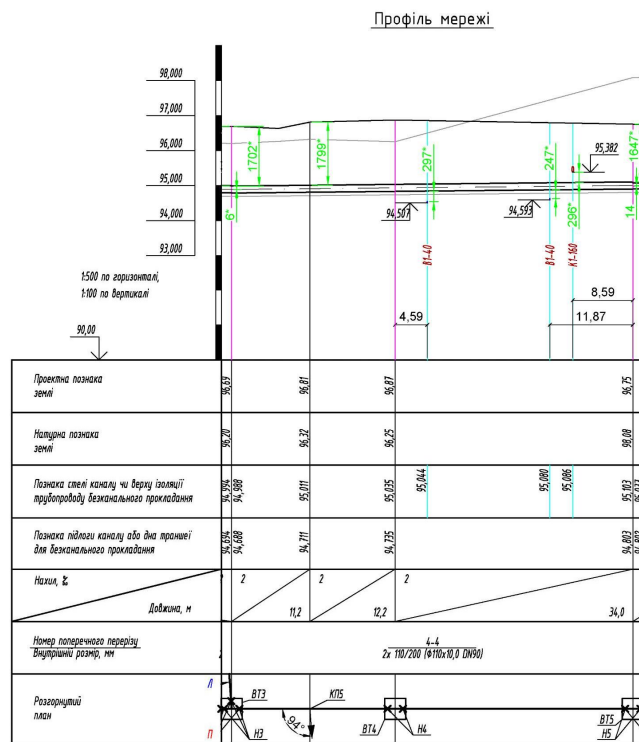


Рис. 3.4 Ділянка №4(BT3– BT4) 2x110/200 (Ø110x10 DN90) довжина 11,2м+12,2м=33,4м.

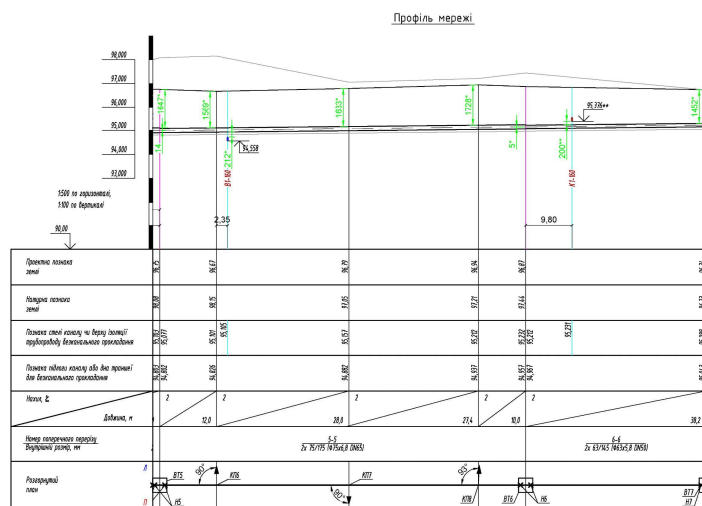


Рис. 3.5 Ділянка №5 (BT4 – BT5) 2x110/200 (Ø110x10 DN90) довжина 34м.,
Ділянка №6 (BT5 – BT6) 2x75/175 (Ø75x6,8 DN65) довжина 12м+28м+27,4м+10м=77,4м.

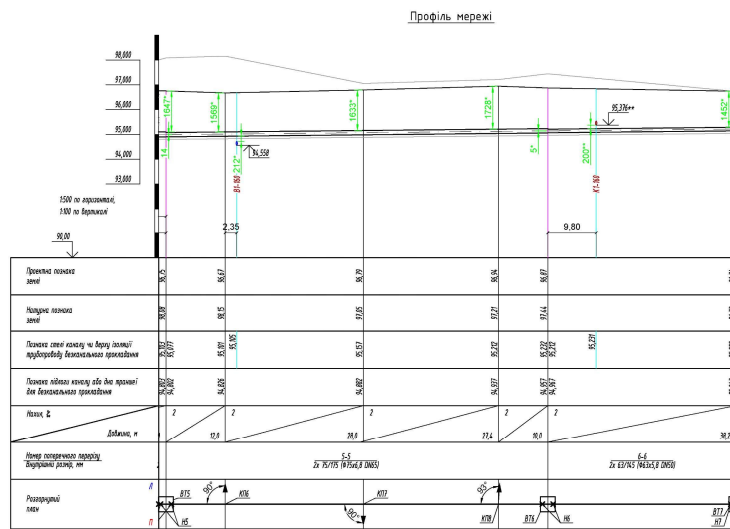


Рис. 3.6 Ділянка №7 (BT6 – BT7) 2x145/200 (Ø63x5,8 DN50) довжина 38,2м.

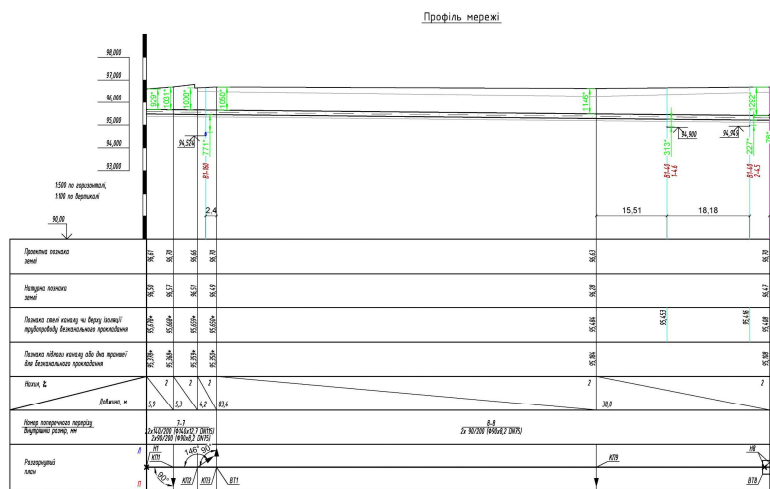


Рис. 3.7 Ділянка №7* (КП1 – BT1) 2x90/200 (Ø90x8,2 DN75) довжина 5,9м+5,3м+4,2м=15,4м.

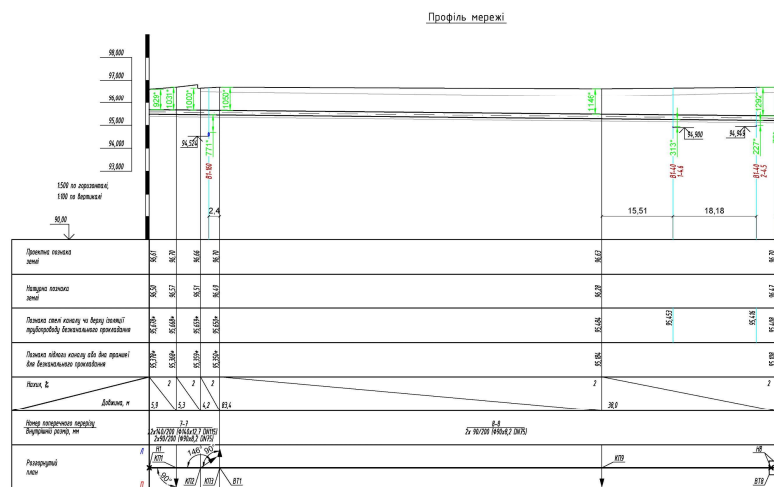


Рис. 3.8 Ділянка №8 (BT1 – BT8) 2x90/200 (Ø90x8,2 DN75) довжина 83,4м+38м=121,4м.

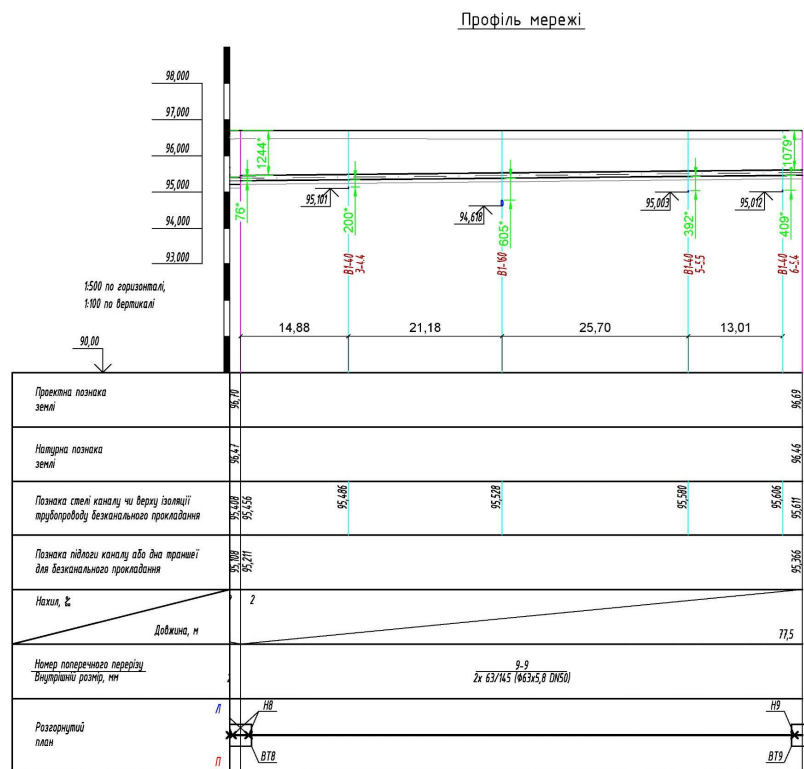


Рис. 3.9 Ділянка №9 (BT8 – BT9) 2х63/200 (Ø63х5,8 DN50) (довжина 77,5м).

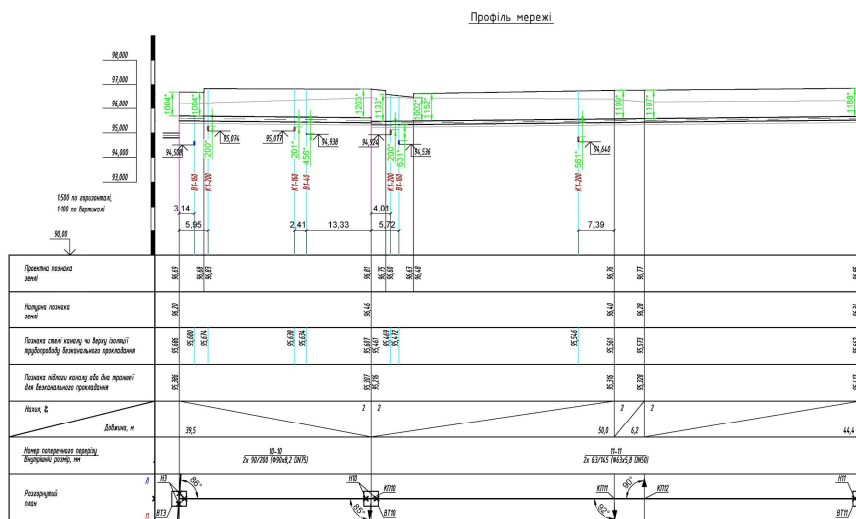


Рис. 3.10 Ділянка №10 (BT3 – BT10) 2х90/200 (Ø90х8,2 DN75) довжина 39,5м.

Ділянка №11 (BT10 – BT11) 2х63/145 (Ø63х5,8 DN50) довжина 50м+44,4м=94,4м.

Рис.3.9 Сема мережі

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

Арк

Висновки до третього розділу

Проведено розрахунок, що включає визначення перепаду тиску, витрат теплоносія, а також аналіз втрат тиску на різних етапах транспортування теплоносія. Визначені середні коефіцієнти місцевих втрат тиску, що виникають через вигини трубопроводів, арматуру, вентиля та інші елементи, які впливають на гідравлічний опір системи. Визначено еквівалентні довжини ділянок теплової мережі та на основі розрахунків була складена схема профілю теплової мережі. Проведений гідравлічний розрахунок.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІЗОЛЯЦІЇ РІЗНИХ ТОВЩИН ТА ТЕМПЕРАТУРНИХ ГРАФІКІВ

Один із шляхів зниження вартості теплової мережі - безканальне прокладання в ґрунті. У цьому разі, оскільки тепла ізоляція трубопроводів стикається безпосередньо з ґрунтом, її виконують у вигляді механічно міцної теплогідроізоляційної оболонки, здатної витримати навантаження ґрунту.

4.1 Розрахунок окупності заходів з влаштування ізоляції різних типів серії ізоляції для кожного діаметра

Проведений розрахунок для різних серій ізоляції для кожного діаметра

Зовнішній діаметр труби 133мм - довжина 37,5м.

Зовнішній діаметр труби 114мм - довжина 54м.

Зовнішній діаметр труби 108мм - довжина 67,4м.

Зовнішній діаметр труби 89мм - довжина 176,3м.

Зовнішній діаметр труби 76мм - довжина 77,4м.

Зовнішній діаметр труби 57мм - довжина 210,1м.

Узагальнюючи труби за діаметрами отримуємо загальну довжину, а саме:

Досліджено окупність заходів по влаштуванню ізоляції порівняно з неізолюваною трубою.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок окупності заходів з влаштування труби 133мм

Найменування, формула	Параметр	133/225 (Серія 1)	133/250 (Серія 2)	133/280 (Серія 3)	Од. вим
Глибина залягання труб	h	1,20	1,20	1,20	м
Зовнішній діаметр подавальної труби		0,133	0,133	0,133	м
Зовнішній діаметр зворотньої труби		0,133	0,133	0,133	м
Трубопроводи попередньо ізолювані пінополіуретаном					
Коефіцієнт теплопровідності	$\lambda_{із}$	0,035	0,035	0,035	Вт/(м·°C)
Зовнішній діаметр		0,225	0,25	0,28	м
Товщина захисної оболонки з поліетилену	$\delta_{пи}$	0,0035	0,0035	0,0035	м
Зовнішній діаметр ізоляції		0,218	0,243	0,273	м
Товщина ізоляції	$\delta_{із}$	0,0425	0,055	0,07	м
Захисна оболонка виконана з поліетилену					
Коефіцієнт теплопровідності	$\lambda_{пи}$	0,43	0,43	0,43	Вт/(м·°C)
Заглиблення осі трубопроводу	h	1,2	1,2	1,2	м
Середньорічна температура ґрунту	$t_{зов}$	3	3	3	°C
Середньорічна температура води					
в подавальному трубопроводі	τ_1	80	80	80	°C
в зворотньому трубопроводі	τ_2	60	60	60	°C
Нормована щільність теплового потоку					
для подавального трубопроводу	q_1	30,6	30,6	30,6	Вт/м
для зворотного трубопроводу	q_2	24,2	24,2	24,2	Вт/м
Повний термічний опір теплоізоляційної конструкції					
для подавального трубопроводу	R_{tot1}	2,516	2,516	2,516	м·°C/Вт:

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

для зворотного трубопроводу	R_{tot2}	2,355	2,355	2,355	м·°C/Вт:
Теплопровідність покривного шару ПЕ оболонки	λ_{nu}	0,43	0,43	0,43	
Термічний опір покривного шару ПЕ оболонки	R_{nu}	0,0117039473	0,0105167659	0,0093755769	м·°C/Вт
Термічний опір на поверхні обох трубопроводів	$R_{зов}$	0,2993151669	0,2993151669	0,2993151669	м·°C/Вт
Термічний опір кожного трубопроводу					
	$R1$	2,559180782	3,0519261781	3,5804044243	м·°C/Вт
	$R2$	2,559180782	3,0519261781	3,5804044243	м·°C/Вт
Коефіцієнт теплопровідності ґрунту	λ_{gr}	1,5	1,5	1,5	Вт/(м·°C)
Термічний опір ґрунту	R_{gr}	0,1266348722	0,1266348722	0,1266348722	м·°C/Вт
Фактичний питомі втрати тепла					
подавальної труби	$q1$	26,4	22,5	19,5	Вт/м
зворотної труби	$q2$	18,5	16,0	13,9	Вт/м
Сумарні питомі втрати тепла	$q_{із}$	44,91	38,54	33,46	Вт/м
	$R_{ніз}$	0,30	0,30	0,30	м·°C/Вт
Питомі витрати тепла неізолюваними трубопроводами					
подавальної труби	$q_{ніз1}$	125,93	125,93	125,93	Вт/м
зворотної труби	$q_{ніз2}$	59,11	59,11	59,11	Вт/м
Сумарний тепловий потік неізолюваних труб	$q_{ніз}$	185,04	185,04	185,04	Вт/м
Ефективність теплової ізоляції	η	0,76	0,79	0,82	
Довжина, L					
подавальної труби		37,5	37,5	37,5	м
зворотної труби		37,5	37,5	37,5	м
					Арк
НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР					
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

Загальна довжина		75	75	75	м
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ					
Ціна неізолюваної труби (з ПДВ) 114х4 /133х4		398	406	412	грн
Ціна ПІТ труби (з ПДВ)		2930	2960	2980	грн
Тариф на тепло		2419	2419	2419	грн/Гкал
Тривалість опаловального сезону		181	181	181	дів
Тепловтрати з поверхні теплової ізоляції трубопроводу					
Kred– коефіцієнт, який враховує тепловий потік через ізолювані опори трубопроводів, фланцеві з'єднання та арматуру до довжини трубопроводу.		1,2	1,2	1,2	
$Q_{втр} = K_{red} \times L \times q$					
За Годину, подавальної труби	$Q_{втр}$	1,19	1,01	0,88	КВт/год
зворотньої труби	$Q_{втр}$	0,83	0,72	0,63	КВт/год
За рік, подавальної труби	$Q_{втр}$	5,15	4,41	3,82	МВт/рік
зворотньої труби	$Q_{втр}$	3,63	3,13	2,72	МВт/рік
За рік, подавальної труби	$Q_{втр}$	4,43	3,79	3,28	Гкал/рік
зворотньої труби	$Q_{втр}$	3,12	2,69	2,34	Гкал/рік
За рік, обох труб	$Q_{втр}$	7,55	6,48	5,62	Гкал/рік
Вартість втрат теплової енергії ПІТ		18 262	15 674	13 606	грн
Різниця вартості втрат теплової енергії по відношенню до			2 588	4 656	грн
		НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР			
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Арк

базової товщини ізоляції					
Вартість ПІТ труб		219 750	222 000	223 500	грн
Різниця вартості труб порівняно з трубою базової товщини ізоляції			2 250	3 750	грн
Окупність заміни на серію труб зі збільшеним шаром ізоляції			1	1	років
Найменування, формула	Параметр	133/225 (Серія 1)	133/250 (Серія 2)	133/280 (Серія 3)	Од. вим
Питомі витрати тепла неізольованими трубопроводами					
подавальної труби	qнiз1	125,93	125,93	125,93	Вт/м
зворотньої труби	qнiз2	59,11	59,11	59,11	Вт/м
Довжина, L					
подавальної труби		37,50	37,50	37,50	м
зворотньої труби		37,50	37,50	37,50	м
Тепловтрати з поверхні неізольованого трубопроводу $Q_{втр} = L \times q$					
За Годину, подавальної труби	$Q_{втр}$	4,72	4,72	4,72	КВт/год
зворотньої труби	$Q_{втр}$	2,22	2,22	2,22	КВт/год
За рік, подавальної труби	$Q_{втр}$	20,51	20,51	20,51	МВт/рік
зворотньої труби	$Q_{втр}$	9,63	9,63	9,63	МВт/рік
За рік, подавальної труби	$Q_{втр}$	17,64	17,64	17,64	Гкал/рік
зворотньої труби	$Q_{втр}$	8,28	8,28	8,28	Гкал/рік
За рік, обох труб	$Q_{втр}$	25,92	25,92	25,92	Гкал/рік
Тариф на тепло		2 419	2 419	2 419	грн/Гкал
Вартість втрат теплової енергії неізол.трубами		62 710	62 710	62 710	грн
Вартість втрат теплової енергії ПІТ		18 262	15 674	13 606	грн
Різниця вартості тепловтрат порівняно з неізольованою трубою		44 448	47 036	49 104	грн
					Арк
НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР					
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

Вартість ПІТ труб		1456746,2	1748095,44	1893770,06	грн
Вартість неізолюваних труб		29 850	30 450	30 900	грн
Різниця вартості ізолюваних труб порівняно з неізолюваною трубою		189 900	191 550	192 600	грн
Окупність заміни неізолюваних труб на ізолювані труби		4	4	4	років

Сумарні питомі втрати тепла	q _{із}	44,9059138899	38,5416067311	33,4561689923	Вт/м
Вартість втрат теплової енергії ПІТ		18261,8422646264	15673,6759544171	13605,5861687396	грн
Вартість ПІТ труб	0	1456746,2	1748095,44	1893770,06	

f – частка
відрахувань від
вартості
теплоізоляційних
конструкцій на
ремонт та
інші витрати, 1/рік,
приймаються у
розмірі 6,6 % на
амортизацію та 1,4 %
на поточний ремонт
ізоляції, разом 8 %

Ен – нормативний
коефіцієнт
економічної
ефективності
капітальних
вкладень (величина
обернена до строку

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

окупності). В
енергетиці
нормативний строк
окупності
встановлено 8 років
 $E_H = 1/8 = 1,25$

*Сумарні
питомі
втрати тепла*

Графік залежності
ефективності
теплової ізоляції від
сумарних питомих
втрат тепла

*Ефективність
теплової
ізоляції*

Найменування, формула	Параметр	133/225 (Серія 1)	133/250 (Серія 2)	133/280 (Серія 3)	Од. вим
Сумарні питомі втрати тепла	q_{iz}	44,91	38,54	33,46	Вт/м
Ефективність теплової ізоляції	η	0,76	0,79	0,82	

Розрахунок окупності заходів з влаштування труби 114мм

Найменування, формула	Параметр	114/200 (Серія 1)	114/225 (Серія 2)	114/250 (Серія 3)	Од. вим
Глибина залягання труб	h	1,20	1,20	1,20	м
Зовнішній діаметр подавальної труби		0,114	0,114	0,114	м
зворотньої труби		0,114	0,114	0,114	м
Трубопроводи попередньо ізолювані пінополіуретаном					
Коефіцієнт теплопровідності	λ_{iz}	0,035	0,035	0,035	Вт/(м·°C)
Зовнішній діаметр		0,2	0,225	0,25	м
Товщина захисної оболонки з поліетилену	$\delta_{пи}$	0,0032	0,0032	0,0032	м
Зовнішній діаметр ізоляції		0,1936	0,2186	0,2436	м
Товщина ізоляції	δ_{iz}	0,0428	0,0523	0,0648	м
Захисна оболонка виконана з поліетилену					
Коефіцієнт	$\lambda_{пи}$	0,43	0,43	0,43	Вт/(м·°C)

							Арк
НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР							
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			

теплопровідності					
Заглиблення осі трубопроводу	h	1,2	1,2	1,2	м
Середньорічна температура ґрунту	$t_{\text{ср}}$	3	3	3	°C
Середньорічна температура води					
в подавальному трубопроводі	τ_1	80	80	80	°C
в зворотньому трубопроводі	τ_2	60	60	60	°C
Нормована щільність теплового потоку					
для подавального трубопроводу	q_1	26	26	26	Вт/м
для зворотного трубопроводу	q_2	21,5	21,5	21,5	Вт/м
Повний термічний опір теплоізоляційної конструкції					
для подавального трубопроводу	$R_{\text{tot}1}$	2,962	2,962	2,962	м·°C/Вт:
для зворотного трубопроводу	$R_{\text{tot}2}$	2,651	2,651	2,651	м·°C/Вт:
Теплопровідність покривного шару ПЕ оболонки	λ_{nu}	0,43	0,43	0,43	
Термічний опір покривного шару ПЕ оболонки	R_{nu}	0,0120438423	0,0106861304	0,0096035336	м·°C/Вт
Термічний опір на поверхні обох трубопроводів	$R_{\text{зов}}$	0,349201028	0,349201028	0,349201028	м·°C/Вт
Термічний опір кожного трубопроводу					
	R_1	2,7706885757	3,3218759089	3,8134409922	м·°C/Вт
	R_2	2,7706885757	3,3218759089	3,8134409922	м·°C/Вт
Коефіцієнт теплопровідності ґрунту	λ_{gp}	1,5	1,5	1,5	Вт/(м·°C)
Термічний опір ґрунту	R_{gp}	0,1512748273	0,1512748273	0,1512748273	м·°C/Вт
Фактичний питомі втрати тепла					
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

Арк

подавальної труби	$q1$	24,0	20,4	18,1	Вт/м
зворотньої труби	$q2$	16,7	14,4	12,8	Вт/м
Сумарні питомі втрати тепла	$q_{із}$	40,71	34,87	30,92	Вт/м
	$R_{ніз}$	0,35	0,35	0,35	м°С/Вт
Питомі витрати тепла неізованими трубопроводами					
подавальної труби	$q_{ніз1}$	105,67	105,67	105,67	Вт/м
зворотньої труби	$q_{ніз2}$	48,40	48,40	48,40	Вт/м
Сумарний тепловий потік неізованих труб	$q_{ніз}$	154,08	154,08	154,08	Вт/м
Ефективність теплової ізоляції	η	0,74	0,77	0,80	
Довжина, L					
подавальної труби		54	54	54	м
зворотньої труби		54	54	54	м
Загальна довжина		108	108	108	м
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ					
Ціна неізованої труби (з ПДВ) 114х4 /133х4		435,4	435,4	435,4	грн
Ціна ПІТ труби (з ПДВ)		2387	2864	3103	грн
Тариф на тепло		2419	2419	2419	грн/Гкал
Тривалість опалювального сезону		181	181	181	днів
Тепловтрати з поверхні теплової ізоляції трубопроводу					
Kred– коефіцієнт, який враховує тепловий потік через ізовані опори трубопроводів, фланцеві з'єднання та арматуру до		1,2	1,2	1,2	
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР
					Арк

довжини трубопроводу.					
$Q_{\text{втр}} = K_{\text{ред}} \times L \times q$					
За Годину, подавальної труби	<i>Q_{втр}</i>	1,55	1,32	1,17	КВт/год
зворотньої труби	<i>Q_{втр}</i>	1,09	0,93	0,83	КВт/год
За рік, подавальної труби	<i>Q_{втр}</i>	6,75	5,76	5,09	МВт/рік
зворотньої труби	<i>Q_{втр}</i>	4,71	4,06	3,61	МВт/рік
За рік, подавальної труби	<i>Q_{втр}</i>	5,80	4,95	4,38	Гкал/рік
зворотньої труби	<i>Q_{втр}</i>	4,05	3,49	3,11	Гкал/рік
За рік, обох труб	<i>Q_{втр}</i>	9,85	8,44	7,48	Гкал/рік
Вартість втрат теплової енергії ПТ		23 843	20 422	18 106	грн
Різниця вартості втрат теплової енергії по відношенню до базової товщини ізоляції			3 420	5 737	грн
Вартість ПТ труб		257 759	309 311	335 087	грн
Різниця вартості труб порівняно з трубою базової товщини ізоляції			51 552	77 328	грн
Окупність заміни на серію труб зі збільшеним шаром ізоляції			15	13	років
Найменування, формула	Параметр	114/200 (Серія 1)	114/225 (Серія 2)	114/250 (Серія 3)	Од. вим
Питомі витрати тепла неізольованими трубопроводами					
подавальної труби	qnіз1	105,67	105,67	105,67	Вт/м
зворотньої труби	qnіз2	48,40	48,40	48,40	Вт/м
Довжина, L					
подавальної труби		54,00	54,00	54,00	м
зворотньої труби		54,00	54,00	54,00	м
Тепловтрати з поверхні неізольованого трубопроводу $Q_{\text{втр}}$ $= L \times q$					
За Годину,	<i>Q_{втр}</i>	5,71	5,71	5,71	КВт/год
					Арк
НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР					
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

подавальної труби					
зворотньої труби	<i>Q_{втр}</i>	2,61	2,61	2,61	КВт/год
За рік, подавальної труби	<i>Q_{втр}</i>	24,79	24,79	24,79	МВт/рік
зворотньої труби	<i>Q_{втр}</i>	11,35	11,35	11,35	МВт/рік
За рік, подавальної труби	<i>Q_{втр}</i>	21,31	21,31	21,31	Гкал/рік
зворотньої труби	<i>Q_{втр}</i>	9,76	9,76	9,76	Гкал/рік
За рік, обох труб	<i>Q_{втр}</i>	31,08	31,08	31,08	Гкал/рік
Тариф на тепло		2 419	2 419	2 419	грн/Гкал
Вартість втрат теплової енергії неізол.трубами		75 189	75 189	75 189	грн
Вартість втрат теплової енергії ПІТ		23 843	20 422	18 106	грн
Різниця вартості тепловтрат порівняно з неізолюваною трубою		51 346	54 767	57 083	грн
Вартість ПІТ труб		1119617	1343540,4	1455502,1	грн
Вартість неізолюваних труб		47 023	47 023	47 023	грн
Різниця вартості ізолюваних труб порівняно з неізолюваною трубою		210 736	262 288	288 064	грн
Окупність заміни неізолюваних труб на ізолювані труби		4	5	5	років

Сумарні питомі втрати тепла *q_{із}* 40,7147149583 34,8742121864 30,9187070054 Вт/м

Вартість втрат теплової енергії ПІТ 23842,6727959625 20422,4549043056 18106,0978852223 грн

Вартість ПІТ труб 0 1119617 1343540,4 1455502,1

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

f – частка
відрахувань від
вартості
теплоізоляційних
конструкцій на
ремонт та
інші витрати, 1/рік,
приймаються у
розмірі 6,6 % на
амортизацію та 1,4 %
на поточний ремонт
ізоляції, разом 8 %

Ен – нормативний
коефіцієнт
економічної
ефективності
капітальних
вкладень (величина
обернена до строку
окупності). В
енергетиці
нормативний строк
окупності
встановлено 8 років
 $E_n = 1/8 = 1,25$

*Сумарні
питомі
втрати тепла*

Графік залежності
ефективності
теплової ізоляції від
сумарних питомих
втрат тепла

*Ефективність
теплової
ізоляції*

Найменування, формула	Параметр	114/200 (Серія 1)	114/225 (Серія 2)	114/250 (Серія 3)	Од. вим
Сумарні питомі втрати тепла	$q_{із}$	40,71	34,87	30,92	Вт/м
Ефективність теплової ізоляції	η	0,74	0,77	0,80	

Розрахунок окупності заходів з влаштування труби 108мм

Найменування, формула	Параметр	108/200 (Серія 1)	108/225 (Серія 2)	108/250 (Серія 3)	Од. вим
Глибина залягання	h	1,20	1,20	1,20	м

								Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР			

труб					
Зовнішній діаметр					
подавальної труби		0,108	0,108	0,108	м
зворотньої труби		0,108	0,108	0,108	м
Трубопроводи попередньо ізолювані пінополіуретаном					
Коефіцієнт теплопровідності	$\lambda_{із}$	0,035	0,035	0,035	Вт/(м·°C)
Зовнішній діаметр		0,2	0,225	0,25	м
Товщина захисної оболонки з поліетилену	$\delta_{пи}$	0,0032	0,0032	0,0032	м
Зовнішній діаметр ізоляції		0,1936	0,2186	0,2436	м
Товщина ізоляції	$\delta_{із}$	0,0428	0,0553	0,0678	м
Захисна оболонка виконана з поліетилену					
Коефіцієнт теплопровідності	$\lambda_{пи}$	0,43	0,43	0,43	Вт/(м·°C)
Заглиблення осі трубопроводу	h	1,2	1,2	1,2	м
Середньорічна температура ґрунту	$t_{зов}$	3	3	3	°C
Середньорічна температура води					
в подавальному трубопроводі	τ_1	80	80	80	°C
в зворотньому трубопроводі	τ_2	60	60	60	°C
Нормована щільність теплового потoku					
для подавального трубопроводу	q_1	26	26	26	Вт/м
для зворотного трубопроводу	q_2	21,5	21,5	21,5	Вт/м
Повний термічний опір теплоізоляційної конструкції					
для подавального трубопроводу	R_{tot1}	2,962	2,962	2,962	м·°C/Вт:
для зворотного трубопроводу	R_{tot2}	2,651	2,651	2,651	м·°C/Вт:
					Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

Теплопровідність покривного шару ПЕ оболонки	λ_{nu}	0,43	0,43	0,43	
Термічний опір покривного шару ПЕ оболонки	R_{nu}	0,0120438423	0,0106861304	0,0096035336	м°С/Вт
Термічний опір на поверхні обох трубопроводів	$R_{зов}$	0,3686010852	0,3686010852	0,3686010852	м°С/Вт
Термічний опір кожного трубопроводу					
	R_1	3,0360723511	3,5872596842	4,0788247675	м°С/Вт
	R_2	3,0360723511	3,5872596842	4,0788247675	м°С/Вт
Коефіцієнт теплопровідності ґрунту	λ_{gr}	1,5	1,5	1,5	Вт/(м°С)
Термічний опір ґрунту	R_{gr}	0,1512748273	0,1512748273	0,1512748273	м°С/Вт
Фактичний питомі втрати тепла					
подавальної труби	q_1	22,1	19,1	17,0	Вт/м
зворотньої труби	q_2	15,5	13,5	12,1	Вт/м
Сумарні питомі втрати тепла	$q_{із}$	37,68	32,62	29,13	Вт/м
	$R_{ніз}$	0,37	0,37	0,37	м°С/Вт
Питомі витрати тепла неізовльованими трубопроводами					
подавальної труби	$q_{ніз1}$	102,49	102,49	102,49	Вт/м
зворотньої труби	$q_{ніз2}$	48,23	48,23	48,23	Вт/м
Сумарний тепловий потік неізовльованих труб	$q_{ніз}$	150,71	150,71	150,71	Вт/м
Ефективність теплової ізоляції	η	0,75	0,78	0,81	
Довжина, L					
					Арк
НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР					
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

подавальної труби		67,4	67,4	67,4	м
зворотньої труби		67,4	67,4	67,4	м
Загальна довжина		134,8	134,8	134,8	м
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ					
Ціна неізольованої труби (з ПДВ) 108x4/89x4		324	335	347	грн
Ціна ПІТ труби (з ПДВ)		1890	1912	1940	грн
Тариф на тепло		2419	2419	2419	грн/Гкал
Тривалість опалювального сезону		181	181	181	діб
Тепловтрати з поверхні теплової ізоляції трубопроводу					
Kred– коефіцієнт, який враховує тепловий потік через ізольовані опори трубопроводів, фланцеві з'єднання та арматуру до довжини трубопроводу.		1,2	1,2	1,2	
$Q_{втр} = Kred \times L \times q$					
За Годину, подавальної труби	$Q_{втр}$	1,79	1,54	1,38	КВт/год
зворотньої труби	$Q_{втр}$	1,26	1,09	0,98	КВт/год
За рік, подавальної труби	$Q_{втр}$	7,78	6,71	5,98	МВт/рік
зворотньої труби	$Q_{втр}$	5,46	4,75	4,26	МВт/рік
За рік, подавальної труби	$Q_{втр}$	6,69	5,77	5,14	Гкал/рік
зворотньої труби	$Q_{втр}$	4,70	4,09	3,66	Гкал/рік
За рік, обох труб	$Q_{втр}$	11,38	9,85	8,80	Гкал/рік
Вартість втрат теплової енергії ПІТ		27 539	23 843	21 295	грн
					Арк
НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР					
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

Різниця вартості втрат теплової енергії по відношенню до базової товщини ізоляції			3 695	6 244	грн
Вартість ПІТ труб		254 772	257 738	261 512	грн
Різниця вартості труб порівняно з трубою базової товщини ізоляції			2 966	6 740	грн
Окупність заміни на серію труб зі збільшеним шаром ізоляції			1	1	років
Найменування, формула	Параметр	108/200 (Серія 1)	108/225 (Серія 2)	108/250 (Серія 3)	Од. вим
Питомі витрати тепла неізольованими трубопроводами					
подавальної труби	q _{ніз1}	102,49	102,49	102,49	Вт/м
зворотньої труби	q _{ніз2}	48,23	48,23	48,23	Вт/м
Довжина, L					
подавальної труби		67,40	67,40	67,40	м
зворотньої труби		67,40	67,40	67,40	м
Тепловтрати з поверхні неізольованого трубопроводу Q _{втр} = L × q					
За Годину, подавальної труби	Q _{втр}	6,91	6,91	6,91	КВт/год
зворотньої труби	Q _{втр}	3,25	3,25	3,25	КВт/год
За рік, подавальної труби	Q _{втр}	30,01	30,01	30,01	МВт/рік
зворотньої труби	Q _{втр}	14,12	14,12	14,12	МВт/рік
За рік, подавальної труби	Q _{втр}	25,80	25,80	25,80	Гкал/рік
зворотньої труби	Q _{втр}	12,14	12,14	12,14	Гкал/рік
За рік, обох труб	Q _{втр}	37,94	37,94	37,94	Гкал/рік
Тариф на тепло		2 419	2 419	2 419	грн/Гкал
Вартість втрат теплової енергії неізол.трубами		91 799	91 799	91 799	грн
Вартість втрат теплової енергії ПІТ		27 539	23 843	21 295	грн
					Арк
НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР					
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

Різниця вартості тепловтрат порівняно з неізолюваною трубою		64 261	67 956	70 504	грн
Вартість ПІТ труб		1119617	1343540,4	1455502,1	грн
Вартість неізолюованих труб		43 675	45 158	46 776	грн
Різниця вартості ізолюованих труб порівняно з неізолюованою трубою		211 097	212 580	214 736	грн
Окупність заміни неізолюованих труб на ізолюовані труби		3	3	3	років

Сумарні питомі витрати тепла qіз 37,6766746399 32,6211496904 29,134681077 Вт/м

Вартість витрат теплової енергії ПІТ 27538,624330222 23843,4414695739 21295,1128206119 грн

Вартість ПІТ труб 0 1119617 1343540,4 1455502,1

f – частка відрахувань від вартості теплоізоляційних конструкцій на ремонт та інші витрати, 1/рік, приймаються у розмірі 6,6 % на амортизацію та 1,4 % на поточний ремонт ізоляції, разом 8 %

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Ен – нормативний
коефіцієнт
економічної
ефективності
капітальних
вкладень (величина
обернена до строку
окупності). В
енергетиці
нормативний строк
окупності
встановлено 8 років
 $E_n=1/8=1,25$

*Сумарні
питомі
втрати тепла*

Графік залежності
ефективності
теплової ізоляції від
сумарних питомих
втрат тепла

*Ефективність
теплової
ізоляції*

Найменування, формула	Параметр	108/200 (Серія 1)	108/225 (Серія 2)	108/250 (Серія 3)	Од. вим
Сумарні питомі втрати тепла	q _{із}	37,68	32,62	29,13 Вт/м	
Ефективність теплової ізоляції	η	0,75	0,78	0,81	

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок окупності заходів з влаштування труби 89мм

Найменування, формула	Параметр	89/160 (Серія 1)	89/180 (Серія 2)	89/200 (Серія 3)	Од. вим
Глибина залягання труб	h	1,20	1,20	1,20	м
Зовнішній діаметр подавальної труби		0,089	0,089	0,089	м
Зовнішній діаметр зворотньої труби		0,089	0,089	0,089	м
Трубопроводи попередньо ізолювані пінополіуретаном					
Коефіцієнт теплопровідності	$\lambda_{із}$	0,035	0,035	0,035	Вт/(м·°C)
Зовнішній діаметр товщина захисної оболонки з поліетилену	$\delta_{пи}$	0,0035	0,0035	0,0035	м
Зовнішній діаметр ізоляції		0,153	0,173	0,193	м
Товщина ізоляції	$\delta_{із}$	0,032	0,042	0,052	м
Захисна оболонка виконана з поліетилену					
Коефіцієнт теплопровідності	$\lambda_{пи}$	0,43	0,43	0,43	Вт/(м·°C)
Заглиблення осі трубопроводу	h	1,2	1,2	1,2	м
Середньорічна температура ґрунту	$t_{зов}$	3	3	3	°C
Середньорічна температура води					
в подавальному трубопроводі	τ_1	80	80	80	°C
в зворотньому трубопроводі	τ_2	60	60	60	°C
Нормована щільність теплового потоку					
для подавального трубопроводу	q_1	30,6	30,6	30,6	Вт/м
для зворотного трубопроводу	q_2	24,2	24,2	24,2	Вт/м
Теплопровідність покривного шару ПЕ оболонки	$\lambda_{пи}$	0,43	0,43	0,43	
Термічний опір покривного шару	$R_{пи}$	0,0165663953	0,0146886596	0,0131932964	м·°C/Вт

									Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата					

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

ПЕ оболонки					
Термічний опір на поверхні обох трубопроводів	$R_{зов}$	0,4472912045	0,4472912045	0,4472912045	м·°C/Вт
Термічний опір кожного трубопроводу					
	R_1	2,928832812	3,4858889849	3,9821124316	м·°C/Вт
	R_2	2,928832812	3,4858889849	3,9821124316	м·°C/Вт
Коефіцієнт теплопровідності ґрунту	$\lambda_{гр}$	1,5	1,5	1,5	Вт/(м·°C)
Термічний опір ґрунту	$R_{гр}$	0,1266348722	0,1266348722	0,1266348722	м·°C/Вт
Фактичний питомі втрати тепла					
подавальної труби	q_1	23,4	20,0	17,7	Вт/м
зворотньої труби	q_2	16,6	14,3	12,7	Вт/м
Сумарні питомі втрати тепла	$q_{із}$	39,96	34,26	30,41	Вт/м
	$R_{ніз}$	0,45	0,45	0,45	м·°C/Вт
Питомі витрати тепла неізовльованими трубопроводами					
подавальної труби	$q_{ніз1}$	99,18	99,18	99,18	Вт/м
зворотньої труби	$q_{ніз2}$	54,47	54,47	54,47	Вт/м
Сумарний тепловий потік неізовльованих труб	$q_{ніз}$	153,65	153,65	153,65	Вт/м
Ефективність теплової ізоляції	η	0,74	0,78	0,80	
Довжина, L					
подавальної труби		37,5	37,5	37,5	м
зворотньої труби		37,5	37,5	37,5	м
Загальна довжина		75	75	75	м
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ					
Ціна неізовльованої труби (з ПДВ) 108х4 /89х4		287	294	302	грн
					Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	
НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР					

Ціна ПІТ труби (з ПДВ)		1760	1785	1795	грн
Тариф на тепло		2419	2419	2419	грн/Гкал
Тривалість опалювального сезону		181	181	181	діб
Тепловтрати з поверхні теплової ізоляції трубопроводу					
Kred– коефіцієнт, який враховує тепловий потік через ізольовані опори трубопроводів, фланцеві з'єднання та арматуру до довжини трубопроводу.		1,2	1,2	1,2	
$Q_{втр} = Kred \times L \times q$					
За Годину, подавальної труби	$Q_{втр}$	1,05	0,90	0,80	КВт/год
зворотньої труби	$Q_{втр}$	0,75	0,64	0,57	КВт/год
За рік, подавальної труби	$Q_{втр}$	4,57	3,91	3,46	МВт/рік
зворотньої труби	$Q_{втр}$	3,24	2,79	2,48	МВт/рік
За рік, подавальної труби	$Q_{втр}$	3,93	3,36	2,98	Гкал/рік
зворотньої труби	$Q_{втр}$	2,78	2,40	2,13	Гкал/рік
За рік, обох труб	$Q_{втр}$	6,72	5,76	5,11	Гкал/рік
Вартість втрат теплової енергії ПІТ		16 249	13 934	12 365	грн
Різниця вартості втрат теплової енергії по відношенню до базової товщини ізоляції			2 315	3 884	грн
Вартість ПІТ труб		132 000	133 875	134 625	грн
Різниця вартості труб порівняно з трубою базової товщини ізоляції			1 875	2 625	грн
Окупність заміни на серію труб зі			1	1	років
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Арк

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

збільшеним шаром ізоляції					
Найменування, формула	Параметр	89/160 (Серія 1)	89/180 (Серія 2)	89/200 (Серія 3)	Од. вим
Питомі витрати тепла неізованими трубопроводами					
подавальної труби	qнiз1	99,18	99,18	99,18	Вт/м
зворотньої труби	qнiз2	54,47	54,47	54,47	Вт/м
Довжина, L					
подавальної труби		37,50	37,50	37,50	м
зворотньої труби		37,50	37,50	37,50	м
Тепловтрати з поверхні неізованого трубопроводу $Q_{втр} = L \times q$					
За Годину, подавальної труби	$Q_{втр}$	3,72	3,72	3,72	КВт/год
зворотньої труби	$Q_{втр}$	2,04	2,04	2,04	КВт/год
За рік, подавальної труби	$Q_{втр}$	16,16	16,16	16,16	МВт/рік
зворотньої труби	$Q_{втр}$	8,87	8,87	8,87	МВт/рік
За рік, подавальної труби	$Q_{втр}$	13,89	13,89	13,89	Гкал/рік
зворотньої труби	$Q_{втр}$	7,63	7,63	7,63	Гкал/рік
За рік, обох труб	$Q_{втр}$	21,52	21,52	21,52	Гкал/рік
Тариф на тепло		2 419	2 419	2 419	грн/Гкал
Вартість втрат теплової енергії неізол.трубами		52 070	52 070	52 070	грн
Вартість втрат теплової енергії ПІТ		16 249	13 934	12 365	грн
Різниця вартості тепловтрат порівняно з неізованою трубою		35 821	38 135	39 704	грн
Вартість ПІТ труб		1456746,2	1748095,44	1893770,06	грн
Вартість неізованих труб		21 525	22 050	22 650	грн
Різниця вартості ізованих труб порівняно з неізованою трубою		110 475	111 825	111 975	грн
					Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

Окупність заміни неізольованих труб на ізольовані труби		3	3	3	років
Сумарні питомі втрати тепла qіз 39,9562413867 34,264746567 30,4065279013 Вт/м Вартість втрат теплової енергії ППТ 16248,9639890256 13934,4095874935 12365,3917323621 грн Вартість ППТ труб 0 1456746,2 1748095,44 1893770,06					
f – частка відрахувань від вартості теплоізоляційних конструкцій на ремонт та інші витрати, 1/рік, приймаються у розмірі 6,6 % на амортизацію та 1,4 % на поточний ремонт ізоляції, разом 8 % Ен – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень (величина обернена до строку окупності). В енергетиці нормативний строк окупності встановлено 8 років Ен=1/8=1,25					
					Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

Сумарні
питомі
втрати тепла

Графік залежності
ефективності
теплової ізоляції від
сумарних питомих
втрат тепла

Ефективність
теплової
ізоляції

Найменування, формула	Параметр	89/160 (Серія 1)	89/180 (Серія 2)	89/200 (Серія 3)	Од. вим
Сумарні питомі втрати тепла	$q_{із}$	39,96	34,26	30,41	Вт/м
Ефективність теплової ізоляції	η	0,74	0,78	0,80	

Розрахунок окупності заходів з влаштування труби 76мм

Найменування, формула	Параметр	76/140 (Серія 1)	76/160 (Серія 2)	76/180 (Серія 3)	Од. вим
Глибина залягання труб	h	1,20	1,20	1,20	м
Зовнішній діаметр подавальної труби		0,076	0,076	0,076	м
зворотньої труби		0,076	0,076	0,076	м
Трубопроводи попередньо ізолювані пінополіуретаном					
Коефіцієнт теплопровідності	$\lambda_{із}$	0,035	0,035	0,035	Вт/(м·°C)
Зовнішній діаметр		0,14	0,16	0,18	м
Товщина захисної оболонки з поліетилену	$\delta_{пи}$	0,0032	0,0032	0,0032	м
Зовнішній діаметр ізоляції		0,1336	0,1536	0,1736	м
Товщина ізоляції	$\delta_{із}$	0,0428	0,0388	0,0488	м
Захисна оболонка виконана з поліетилену					
Коефіцієнт теплопровідності	$\lambda_{пи}$	0,43	0,43	0,43	Вт/(м·°C)
Заглиблення осі трубопроводу	h	1,2	1,2	1,2	м
Середньорічна	$t_{зов}$	3	3	3	°C

								Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР			

температура ґрунту					
Середньорічна температура води					
в подавальному трубопроводі	τ_1	80	80	80	°C
в зворотньому трубопроводі	τ_2	60	60	60	°C
Нормована щільність теплового потоку					
для подавального трубопроводу	q_1	26	26	26	Вт/м
для зворотного трубопроводу	q_2	21,5	21,5	21,5	Вт/м
Теплопровідність покривного шару ПЕ оболонки	$\lambda_{пш}$	0,43	0,43	0,43	
Термічний опір покривного шару ПЕ оболонки	$R_{пш}$	0,0173278631	0,0151170177	0,0134065504	м·°C/Вт
Термічний опір на поверхні обох трубопроводів	$R_{зов}$	0,5238015421	0,5238015421	0,5238015421	м·°C/Вт
Термічний опір кожного трубопроводу					
	R_1	3,1076304098	3,7400945398	4,2952629693	м·°C/Вт
	R_2	3,1076304098	3,7400945398	4,2952629693	м·°C/Вт
Опір теплопередачі стінки каналу	$R_{ск}$	0,0435909434	0,0435909434	0,0435909434	м·°C/Вт
Коефіцієнт теплопровідності ґрунту	$\lambda_{гр}$	1,5	1,5	1,5	Вт/(м·°C)
Термічний опір ґрунту	$R_{гр}$	0,1512748273	0,1512748273	0,1512748273	м·°C/Вт
Фактичний питомі втрати тепла					
подавальної труби	q_1	21,7	18,4	16,2	Вт/м
зворотньої труби	q_2	15,2	13,1	11,6	Вт/м
Сумарні питомі втрати тепла	$q_{із}$	36,93	31,45	27,83	Вт/м
	$R_{ніз}$	0,52	0,52	0,52	м·°C/Вт
Питомі витрати тепла неізованими трубопроводами					
подавальної труби	$q_{ніз1}$	83,25	83,25	83,25	Вт/м
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР Арк

зворотньої труби	$q_{ніз2}$	45,07	45,07	45,07	Вт/м
Сумарний тепловий потік неізолюваних труб	$q_{ніз}$	128,31	128,31	128,31	Вт/м
Ефективність теплової ізоляції	η	0,71	0,75	0,78	
Довжина, L					
подавальної труби		77,4	77,4	77,4	м
зворотньої труби		77,4	77,4	77,4	м
Загальна довжина		154,8	154,8	154,8	м
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ					
Ціна неізолюваної труби (з ПДВ) 76x4 /57x4		256	268	279	грн
Ціна ППТ труби (з ПДВ)		1578	1894	2051	грн
Тариф на тепло		2419	2419	2419	грн/Гкал
Тривалість опалювального сезону		181	181	181	діб
Тепловтрати з поверхні теплової ізоляції трубопроводу					
Kred– коефіцієнт, який враховує тепловий потік через ізолювані опори трубопроводів, фланцеві з'єднання та арматуру до довжини трубопроводу.		1,2	1,2	1,2	
$Q_{втр} = Kred \times L \times q$					
За Годину, подавальної труби	$Q_{втр}$	2,01	1,71	1,51	КВт/год
зворотньої труби	$Q_{втр}$	1,42	1,21	1,08	КВт/год
За рік, подавальної труби	$Q_{втр}$	8,75	7,42	6,55	МВт/рік
зворотньої труби	$Q_{втр}$	6,15	5,27	4,67	МВт/рік
За рік, подавальної	$Q_{втр}$	7,52	6,38	5,63	Гкал/рік
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Арк

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

труби					
зворотньої труби	<i>Q_{втр}</i>	5,29	4,53	4,02	Гкал/рік
За рік, обох труб	<i>Q_{втр}</i>	12,81	10,91	9,65	Гкал/рік
Вартість втрат теплової енергії ПТ		31 001	26 399	23 356	грн
Різниця вартості втрат теплової енергії по відношенню до базової товщини ізоляції			4 602	7 645	грн
Вартість ПТ труб		244 274	293 129	317 557	грн
Різниця вартості труб порівняно з трубою базової товщини ізоляції			48 855	73 282	грн
Окупність заміни на серію труб зі збільшеним шаром ізоляції			11	10	років
Найменування, формула	Параметр	76/140 (Серія 1)	76/160 (Серія 2)	76/180 (Серія 3)	Од. вим
Питомі витрати тепла неізольованими трубопроводами					
подавальної труби	q _{ніз1}	83,25	83,25	83,25	Вт/м
зворотньої труби	q _{ніз2}	45,07	45,07	45,07	Вт/м
Довжина, L					
подавальної труби		77,40	77,40	77,40	м
зворотньої труби		77,40	77,40	77,40	м
Тепловтрати з поверхні неізольованого трубопроводу Q _{втр} = L × q					
За Годину, подавальної труби	<i>Q_{втр}</i>	6,44	6,44	6,44	КВт/год
зворотньої труби	<i>Q_{втр}</i>	3,49	3,49	3,49	КВт/год
За рік, подавальної труби	<i>Q_{втр}</i>	27,99	27,99	27,99	МВт/рік
зворотньої труби	<i>Q_{втр}</i>	15,15	15,15	15,15	МВт/рік
За рік, подавальної труби	<i>Q_{втр}</i>	24,07	24,07	24,07	Гкал/рік
зворотньої труби	<i>Q_{втр}</i>	13,03	13,03	13,03	Гкал/рік
За рік, обох труб	<i>Q_{втр}</i>	37,10	37,10	37,10	Гкал/рік
Тариф на тепло		2 419	2 419	2 419	грн/Гкал
					Арк
НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР					
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

Вартість втрат теплової енергії неізол.трубами		89 752	89 752	89 752	грн
Вартість втрат теплової енергії ППТ		31 001	26 399	23 356	грн
Різниця вартості тепловтрат порівняно з неізолюваною трубою		58 752	63 354	66 397	грн
Вартість ППТ труб		1119617	1343540,4	1455502,1	грн
Вартість неізолюваних труб		39 629	41 486	43 189	грн
Різниця вартості ізолюваних труб порівняно з неізолюваною трубою		204 646	251 643	274 368	грн
Окупність заміни неізолюваних труб на ізолювані труби		3	4	4	років

Сумарні питомі втрати тепла qіз 36,9335739718 31,4509742502 27,8252620415 Вт/м

Вартість втрат теплової енергії ППТ 31000,741110210226398,840013162823355,544890767 грн

Вартість ППТ труб 0 1119617 1343540,4 1455502,1

f – частка відрахувань від вартості теплоізоляційних конструкцій на ремонт та інші витрати, 1/рік, приймаються у розмірі 6,6 % на

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

амортизацію та 1,4 %
на поточний ремонт
ізоляції, разом 8 %

Ен – нормативний
коефіцієнт
економічної
ефективності
капітальних
вкладень (величина
обернена до строку
окупності). В
енергетиці
нормативний строк
окупності
встановлено 8 років
 $E_n = 1/8 = 1,25$

*Сумарні
питомі
втрати тепла*

Графік залежності
ефективності
теплової ізоляції від
сумарних питомих
втрат тепла

*Ефективність
теплової
ізоляції*

Найменування, формула	Параметр	76/140 (Серія 1)	76/160 (Серія 2)	76/180 (Серія 3)	Од. вим
Сумарні питомі втрати тепла	q _{із}	36,93	31,45	27,83 Вт/м	
Ефективність теплової ізоляції	η	0,71	0,75	0,78	

Розрахунок окупності заходів з влаштування труби 57мм

Найменування, формула	Параметр	57/125 (Серія 1)	57/140 (Серія 2)	57/160 (Серія 3)	Од. вим
Глибина залягання труб	<i>h</i>	1,20	1,20	1,20	м
Зовнішній діаметр					
подавальної труби		0,089	0,089	0,089	м
зворотньої труби		0,089	0,089	0,089	м
Трубопроводи попередньо ізольовані пінополіуретаном					
Коефіцієнт	<i>λ_{із}</i>	0,035	0,035	0,035	Вт/(м·°С)

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР		Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			

теплопровідності					
Зовнішній діаметр		0,125	0,14	0,16	м
Товщина захисної оболонки з поліетилену	$\delta_{пи}$	0,0035	0,0035	0,0035	м
Зовнішній діаметр ізоляції		0,118	0,133	0,153	м
Товщина ізоляції	$\delta_{із}$	0,0145	0,022	0,032	м
Захисна оболонка виконана з поліетилену					
Коефіцієнт теплопровідності	$\lambda_{пи}$	0,43	0,43	0,43	Вт/(м·°C)
Заглиблення осі трубопроводу	h	1,2	1,2	1,2	м
Середньорічна температура ґрунту	$t_{зов}$	3	3	3	°C
Середньорічна температура води					
в подавальному трубопроводі	τ_1	80	80	80	°C
в зворотньому трубопроводі	τ_2	60	60	60	°C
Нормована щільність теплового потоку					
для подавального трубопроводу	q_1	30,6	30,6	30,6	Вт/м
для зворотного трубопроводу	q_2	24,2	24,2	24,2	Вт/м
Теплопровідність покривного шару ПЕ оболонки	$\lambda_{пи}$	0,43	0,43	0,43	
Термічний опір покривного шару ПЕ оболонки	$R_{пи}$	0,0213409542	0,0189947024	0,0165663953	м·°C/Вт
Термічний опір на поверхні обох трубопроводів	$R_{зов}$	0,4472912045	0,4472912045	0,4472912045	м·°C/Вт
Термічний опір кожного трубопроводу					
	R_1	1,7518362294	2,2939144714	2,928832812	м·°C/Вт
	R_2	1,7518362294	2,2939144714	2,928832812	м·°C/Вт
Опір теплопередачі стінки каналу	$R_{ск}$	0,0354597012	0,0354597012	0,0354597012	м·°C/Вт
					Арк
НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР					
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

Коефіцієнт теплопровідності ґрунту	$\lambda_{\text{гр}}$	1,5	1,5	1,5	Вт/(м·°C)
Термічний опір ґрунту	$R_{\text{гр}}$	0,1266348722	0,1266348722	0,1266348722	м·°C/Вт
Термічний опір потоку тепла від повітря в каналі в ґрунт	$R_{\text{кан}}$	0,2124179927	0,2124179927	0,2124179927	м·°C/Вт
Температура повітря в каналі	$t_{\text{кан}}$	16,0768476881	13,4695195353	11,4874245904	°C
Фактичний питомі втрати тепла					
подавальної труби	q_1	36,5	29,0	23,4	Вт/м
зворотньої труби	q_2	25,1	20,3	16,6	Вт/м
Сумарні питомі втрати тепла	$q_{\text{із}}$	61,56	49,29	39,96	Вт/м
	$R_{\text{ніз}}$	0,45	0,45	0,45	м·°C/Вт
Питомі витрати тепла неізолюваними трубопроводами					
подавальної труби	$q_{\text{ніз1}}$	99,18	99,18	99,18	Вт/м
зворотньої труби	$q_{\text{ніз2}}$	54,47	54,47	54,47	Вт/м
Сумарний тепловий потік неізолюваних труб	$q_{\text{ніз}}$	153,65	153,65	153,65	Вт/м
Ефективність теплової ізоляції	η	0,60	0,68	0,74	
Довжина, L					
подавальної труби		210,1	210,1	210,1	м
зворотньої труби		210,1	210,1	210,1	м
Загальна довжина		420,2	420,2	420,2	м
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ					
Ціна неізолюваної труби (з ПДВ) 76х4 /57х4		205	221	237	грн
Ціна ПІТ труби (з ПДВ)		1456	1747	1893	грн
Тариф на тепло		2419	2419	2419	грн/Гкал
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	
НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР					Арк

Тривалість опаловального сезону		181	181	181	діб
Тепловтрати з поверхні теплової ізоляції трубопроводу					
Kred– коефіцієнт, який враховує тепловий потік через ізольовані опори трубопроводів, фланцеві з'єднання та арматуру до довжини трубопроводу.		1,2	1,2	1,2	
$Q_{втр} = K_{red} \times L \times q$					
За Годину, подавальної труби	$Q_{втр}$	9,20	7,31	5,90	КВт/год
зворотньої труби	$Q_{втр}$	6,32	5,11	4,18	КВт/год
За рік, подавальної труби	$Q_{втр}$	39,96	31,76	25,62	МВт/рік
зворотньої труби	$Q_{втр}$	27,46	22,22	18,14	МВт/рік
За рік, подавальної труби	$Q_{втр}$	34,36	27,31	22,03	Гкал/рік
зворотньої труби	$Q_{втр}$	23,61	19,10	15,60	Гкал/рік
За рік, обох труб	$Q_{втр}$	57,97	46,41	37,63	Гкал/рік
Вартість втрат теплової енергії ППТ		140 264	112 298	91 038	грн
Різниця вартості втрат теплової енергії по відношенню до базової товщини ізоляції			27 967	49 227	грн
Вартість ППТ труб		611 811	734 173	795 355	грн
Різниця вартості труб порівняно з трубою базової товщини ізоляції			122 362	183 543	грн
Окупність заміни на серію труб зі збільшеним шаром ізоляції			4	4	років
Найменування, формула	Параметр	57/125 (Серія 1)	57/140 (Серія 2)	57/160 (Серія 3)	Од. вим
Питомі витрати тепла					
					Арк
НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР					
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

неізолюваними трубопроводами					
подавальної труби	qніз1	99,18	99,18	99,18	Вт/м
зворотньої труби	qніз2	54,47	54,47	54,47	Вт/м
Довжина, L					
подавальної труби		210,10	210,10	210,10	м
зворотньої труби		210,10	210,10	210,10	м
Тепловтрати з поверхні неізолюваного трубопроводу $Q_{\text{втр}} = L \times q$					
За Годину, подавальної труби	$Q_{\text{втр}}$	20,84	20,84	20,84	КВт/год
зворотньої труби	$Q_{\text{втр}}$	11,44	11,44	11,44	КВт/год
За рік, подавальної труби	$Q_{\text{втр}}$	90,52	90,52	90,52	МВт/рік
зворотньої труби	$Q_{\text{втр}}$	49,71	49,71	49,71	МВт/рік
За рік, подавальної труби	$Q_{\text{втр}}$	77,83	77,83	77,83	Гкал/рік
зворотньої труби	$Q_{\text{втр}}$	42,74	42,74	42,74	Гкал/рік
За рік, обох труб	$Q_{\text{втр}}$	120,58	120,58	120,58	Гкал/рік
Тариф на тепло		2 419	2 419	2 419	грн/Гкал
Вартість втрат теплової енергії неізол.трубами		291 729	291 729	291 729	грн
Вартість втрат теплової енергії ПІТ		140 264	112 298	91 038	грн
Різниця вартості тепловтрат порівняно з неізолюваною трубою		151 465	179 431	200 691	грн
Вартість ПІТ труб		1456746,2	1748095,44	1893770,06	грн
Вартість неізолюваних труб		86 141	92 864	99 587	грн
Різниця вартості ізолюваних труб порівняно з неізолюваною трубою		525 670	641 309	695 767	грн
Окупність заміни неізолюваних труб на ізолювані труби		3	4	3	років
Сумарні питомі qіз 61,5618645255 49,2873480408 39,9562413867Вт/м					
					Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

втрати тепла

Вартість втрат
теплової енергії ППТ

140264,444976107 112297,809213232 91037,5289091808грн

Вартість ППТ труб

0 1456746,2 1748095,44 1893770,06

f – частка
відрахувань від
вартості
теплоізоляційних
конструкцій на
ремонт та
інші витрати, 1/рік,
приймаються у
розмірі 6,6 % на
амортизацію та 1,4
% на поточний
ремонт
ізоляції, разом 8 %

Ен – нормативний
коефіцієнт
економічної
ефективності
капітальних
вкладень (величина
обернена до строку
окупності). В
енергетиці
нормативний строк
окупності
встановлено 8 років
 $E_n = 1/8 = 1,25$

*Сумарні
питомі
втрати тепла*

Графік залежності
ефективності
теплової ізоляції від
сумарних питомих
втрат тепла

*Ефективність
теплової
ізоляції*

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Найменування, формула	Параметр	57/125 (Серія 1)	57/140 (Серія 2)	57/160 (Серія 3)	Од. вим
Сумарні питомі втрати тепла	$q_{із}$	61,56	49,29	39,96	Вт/м
Ефективність теплової ізоляції	η	0,60	0,68	0,74	

Отже при даних параметрах тепломережі та вартості теплової енергії отримуємо такі значення окупності. Тобто різниця вартості неізольованої труби та труби попередньо ізольованої дорівнює різниці вартості теплових витрат ізольованих та неізольованих труб на даній ділянці за термін в середньому 6 років. Розрахунок спрощений. Серія ізоляції на термін окупності впливає незначною мірою.

4.2 Порівняння вартості витрат на теплову енергію та вартості труб по роках неізольованих труб та ПІТ труб

Проведений розрахунок вартості труб різних серій, не ізольованих труб та вартість витрат на теплову енергію серій труб та не ізольованих труб за період 11 років.

В графічному вигляді представлено порівняння затрат в періоді витрат на теплову енергію, та капітальні затрати на влаштування тепломережі використовуючи різні типи труб. Рис. 4.1, Рис 4.2.

									Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата					

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

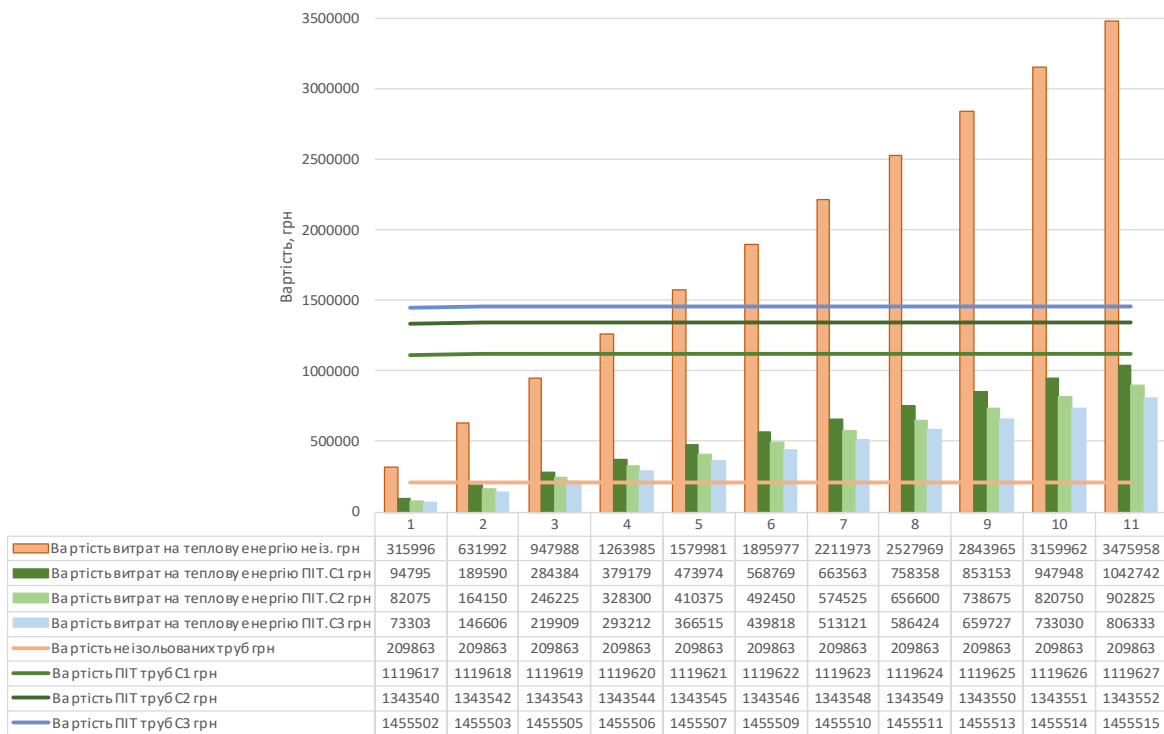


Рис. 4.1 Порівняння вартості витрат на теплову енергію та вартості труб по роках неізолюваних труб та ПІТ труб

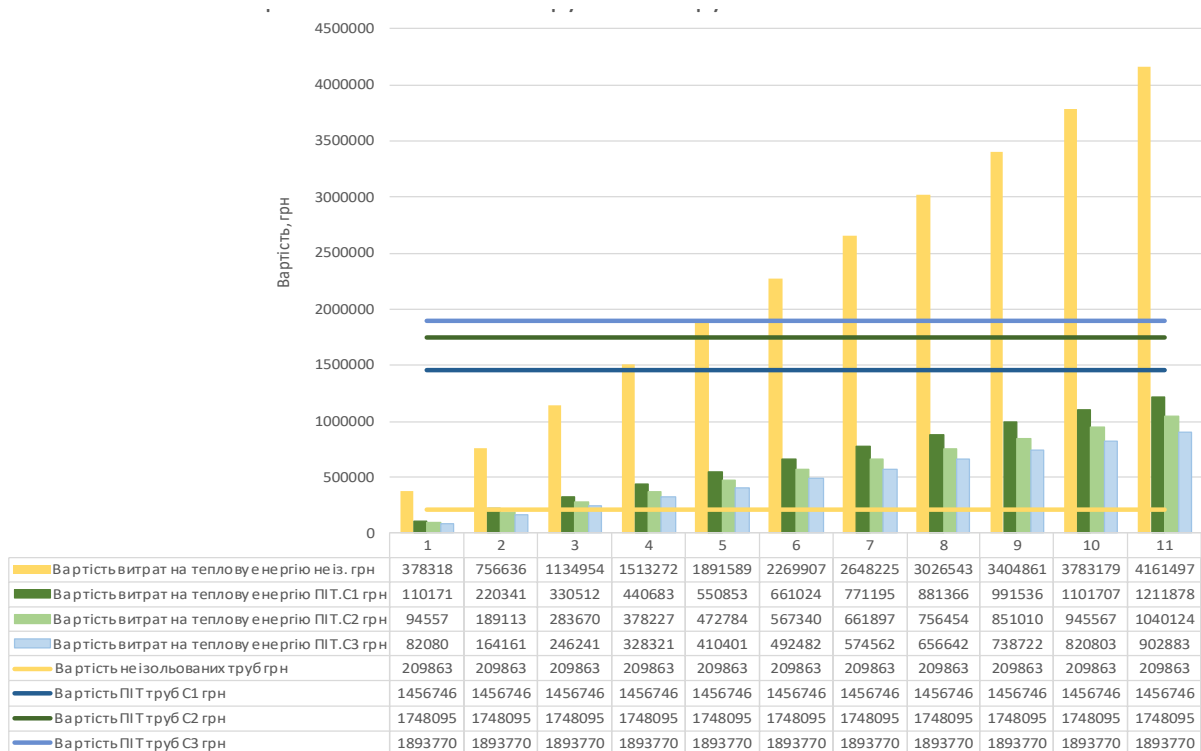


Рис. 4.2 Порівняння вартості витрат на теплову енергію та вартості труб по роках неізолюваних труб та ПІТ труб

4.3 Розрахунок ефективності теплової ізоляції попередньо ізольованих трубопроводів двотрубною тепловою мережі: 2х140/200 (Ø140х12,7 DN115)

- середня річна температура теплоносія $\tau_1 = 80^\circ\text{C}$, $\tau_2 = 60^\circ\text{C}$;
- зовнішній діаметр сталевих труб $d_{\text{зов}} = 114 \text{ мм}$;
- заглиблення осі трубопроводів $h = 1 \text{ м}$;
- середня річна температура ґрунту $t_{\text{зов}} = +5^\circ\text{C}$;
- коефіцієнт теплопровідності ґрунту $\lambda_{\text{зр}} = 1,5 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$;
- трубопроводи прокладено без каналів;
- трубопроводи ізольовані пінополіуретаном з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_{\text{із}} = 0,035 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$ і товщиною $\delta_{\text{із}} = 79,4 \text{ мм}$;
- захисна оболонка виконана з поліетилену з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_{\text{ни}} = 0,43 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$ і товщиною $\delta_{\text{ни}} = 6,6 \text{ мм}$.

Термічний опір пінополіуретанового шару ізоляції за формулою, $\text{м}\cdot^\circ\text{C/Вт}$:

$$R_{\text{із}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{із}}} \cdot \ln \frac{d_{\text{із}}^{\text{зов}}}{d_{\text{із}}^{\text{вн}}}$$

$$R_{\text{із}} = 1,68$$

Термічний опір покривного шару – захисної поліетиленової оболонки, $\text{м}\cdot^\circ\text{C/Вт}$:

$$R_{\text{ни}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{ни}}} \cdot \ln \frac{d_{\text{ни}}^{\text{зов}}}{d_{\text{ни}}^{\text{вн}}}$$

$$R_{\text{ни}} = 0,015$$

Термічний опір ґрунту визначено за формулою, $\text{м}\cdot^\circ\text{C/Вт}$:

$$R_{\text{зр}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{зр}}} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot h}{d_{\text{ни}}^{\text{зов}}} + \sqrt{\left(\frac{2 \cdot h}{d_{\text{ни}}^{\text{зов}}} \right)^2 - 1} \right)$$

$$R_{\text{зр}} = 0,213$$

Тоді термічний опір кожного теплопроводу, $\text{м}\cdot^\circ\text{C/Вт}$:

$$R_1 = R_2 = R_{\text{із}} + R_{\text{ни}} + R_{\text{зр}}$$

$$R_1 = 1,68 + 0,015 + 0,213 = 1,908$$

Умовний додатковий термічний опір, який враховує взаємний вплив сусідніх труб визначено за формулою, $\text{м}\cdot^\circ\text{C/Вт}$:

							Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР		

$$R_o = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{cp}} \cdot \ln \sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot h}{b_{mp}} \right)^2}$$

$$R_o = 0,120$$

Питомі втрати подавального і зворотного трубопроводів визначено за формулами, Вт/м:

$$q_1 = \frac{(\tau_1 - t_{306}) \cdot R_2 - (\tau_2 - t_{306}) \cdot R_o}{R_1 \cdot R_2 - R_o^2} :$$

$$q_1 = 43,2$$

$$q_2 = \frac{(\tau_2 - t_{306}) \cdot R_1 - (\tau_1 - t_{306}) \cdot R_o}{R_1 \cdot R_2 - R_o^2} :$$

$$q_2 = 20,7$$

Розраховані питомі втрати для подавального і зворотного трубопроводів практично співпадають з величинами наведеними в ДСТУ Н Б В.2.5-35:2007 [30, табл. Г.2].

Сумарні питомі тепловтрати ізолюваного трубопроводу, Вт/м:

$$q_{iz} = q_1 + q_2$$

$$q_{iz} = 63,9$$

Для неізолюваних трубопроводів термічний опір кожного з них буде дорівнювати термічному опорі ґрунту, м°С/Вт:

$$R_{cp} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{cp}} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot h}{d_{306}} + \sqrt{\left(\frac{2 \cdot h}{d_{306}} \right)^2 - 1} \right) =$$

$$R_{cp} = 0,274$$

Питомі тепловтрати неізолюваного подавального і зворотного трубопроводів, відповідно, Вт/м:

$$q_{ni31} = \frac{(\tau_1 - t_{306}) \cdot R_2 - (\tau_2 - t_{306}) \cdot R_o}{R_1 \cdot R_2 - R_o^2}$$

$$q_{ni31} = 273,6$$

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$q_{ніз2} = \frac{(\tau_2 - t_{зое}) \cdot R_1 - (\tau_1 - t_{зое}) \cdot R_o}{R_1 \cdot R_2 - R_o^2} =$$

$$q_{ніз2} = 32,2$$

Сумарні втрати неізолюваними трубами, Вт/м:

$$q_{ніз} = q_{ніз1} + q_{ніз2}$$

$$q_{ніз3} = 305,8$$

Ефективність теплової ізоляції за формулою:

$$\eta = \frac{q_{ніз} - q_{із}}{q_{ніз}}$$

$$\eta = 0,73$$

4.4 Розрахунок ефективності теплової ізоляції попередньо ізолюваних трубопроводів двотрубною тепловою мережі: 2х110/200 (Ø110х10 DN90

- середня річна температура теплоносія $\tau_1 = 80^\circ\text{C}$, $\tau_2 = 60^\circ\text{C}$;
- зовнішній діаметр сталевих труб $d_{зое} = 89$ мм;
- заглиблення осі трубопроводів $h = 1$ м;
- середня річна температура ґрунту $t_{зое} = +5^\circ\text{C}$;
- коефіцієнт теплопровідності ґрунту $\lambda_{гр} = 1,5$ Вт/(м·°C);
- трубопроводи прокладено без каналів;
- трубопроводи ізолювані пінополіуретаном з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_{із} = 0,035$ Вт/(м·°C) і товщиною $\delta_{із} = 71,0$ мм;
- захисна оболонка виконана з поліетилену з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_{ми} = 0,43$ Вт/(м·°C) і товщиною $\delta_{ми} = 6,0$ мм.

Термічний опір пінополіуретанового шару ізоляції за формулою, м·°C/Вт:

$$R_{із} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{із}} \cdot \ln \frac{d_{із}^{зое}}{d_{із}^{6н}}$$

$$R_{із} = 1,47$$

Термічний опір покривного шару – захисної поліетиленової оболонки, м·°C/Вт:

$$R_{ми} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{ми}} \cdot \ln \frac{d_{ми}^{зое}}{d_{ми}^{6н}}$$

$$R_{ми} = 0,010$$

								Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата				

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

Термічний опір ґрунту визначено за формулою, м·°C/Вт:

$$R_{zp} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{zp}} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot h}{d_{nu}^{306}} + \sqrt{\left(\frac{2 \cdot h}{d_{nu}^{306}} \right)^2 - 1} \right) ;$$

$$R_{zp} = 0,113$$

Тоді термічний опір кожного теплопроводу, м·°C/Вт:

$$R_1 = R_2 = R_{iz} + R_{nu} + R_{zp} ;$$

$$R_1 = 1,6$$

Умовний додатковий термічний опір, який враховує взаємний вплив сусідніх труб визначено за формулою, м·°C/Вт:

$$R_o = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{zp}} \cdot \ln \sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot h}{b_{mp}} \right)^2}$$

$$R_o = 0,10$$

Питомі втрати подавального і зворотного трубопроводів визначено за формулами, Вт/м:

$$q_1 = \frac{(\tau_1 - t_{306}) \cdot R_2 - (\tau_2 - t_{306}) \cdot R_o}{R_1 \cdot R_2 - R_o^2} ;$$

$$q_1 = 39,1$$

$$q_2 = \frac{(\tau_2 - t_{306}) \cdot R_1 - (\tau_1 - t_{306}) \cdot R_o}{R_1 \cdot R_2 - R_o^2} ;$$

$$q_2 = 18,9$$

Розраховані питомі втрати для подавального і зворотного трубопроводів практично співпадають з величинами наведеними в ДСТУ Н Б В.2.5-35:2007 [30, табл. Г.2].

Сумарні питомі тепловтрати ізолюваного трубопроводу, Вт/м:

$$q_{iz} = q_1 + q_2$$

$$q_{iz} = 58,0$$

Для неізолюваних трубопроводів термічний опір кожного з них буде дорівнювати термічному опору ґрунту, м·°C/Вт:

$$R_{zp} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{zp}} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot h}{d_{306}} + \sqrt{\left(\frac{2 \cdot h}{d_{306}} \right)^2 - 1} \right) =$$

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$R_{2p}=0,233$$

Питомі тепловтрати неізолюваного подавального і зворотного трубопроводів, відповідно, Вт/м:

$$q_{ніз1} = \frac{(\tau_1 - t_{306}) \cdot R_2 - (\tau_2 - t_{306}) \cdot R_o}{R_1 \cdot R_2 - R_o^2}$$

$$q_{ніз1} = 257,6$$

$$q_{ніз2} = \frac{(\tau_2 - t_{306}) \cdot R_1 - (\tau_1 - t_{306}) \cdot R_o}{R_1 \cdot R_2 - R_o^2} =$$

$$q_{ніз2} = 29,2$$

Сумарні втрати неізолюваними трубами, Вт/м:

$$q_{ніз} = q_{ніз1} + q_{ніз2}$$

$$q_{ніз} = 298,5$$

Ефективність теплової ізоляції за формулою:

$$\eta = \frac{q_{ніз} - q_{із}}{q_{ніз}}$$

$$\eta = 0,65$$

4.5 Розрахунок ефективності теплової ізоляції попередньо ізолюваних трубопроводів двотрубною тепловою мережі: 2х63/200 (Ø63х5,8 DN50)

- середня річна температура теплоносія $\tau_1 = 80^\circ\text{C}$, $\tau_2 = 60^\circ\text{C}$;
- зовнішній діаметр сталевих труб $d_{306} = 57$ мм;
- заглиблення осі трубопроводів $h = 1$ м;
- середня річна температура ґрунту $t_{306} = +5^\circ\text{C}$;
- коефіцієнт теплопровідності ґрунту $\lambda_{gp} = 1,5$ Вт/(м·°C);
- трубопроводи прокладено без каналів;
- трубопроводи ізолювані пінополіуретаном з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_{із} = 0,035$ Вт/(м·°C) і товщиною $\delta_{із} = 68$ мм;
- захисна оболонка виконана з поліетилену з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_{ми} = 0,43$ Вт/(м·°C) і товщиною $\delta_{ми} = 5,0$ мм.

Термічний опір пінополіуретанового шару ізоляції за формулою, м·°C/Вт:

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$R_{i3} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{i3}} \cdot \ln \frac{d_{i3}^{306}}{d_{i3}^{6H}}$$

$$R_{i3}=1,12$$

Термічний опір покривного шару – захисної поліетиленової оболонки, м·°C/Вт:

$$R_{nu} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{nu}} \cdot \ln \frac{d_{nu}^{306}}{d_{nu}^{6H}}$$

$$R_{nu}=0,008$$

Термічний опір ґрунту визначено за формулою, м·°C/Вт:

$$R_{cp} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{cp}} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot h}{d_{nu}^{306}} + \sqrt{\left(\frac{2 \cdot h}{d_{nu}^{306}} \right)^2 - 1} \right) :$$

$$R_{cp}=0,182$$

Тоді термічний опір кожного теплопроводу, м·°C/Вт:

$$R_1 = R_2 = R_{i3} + R_{nu} + R_{cp} :$$

$$R_1=1,68+0,015+0,213=1,91$$

Умовний додатковий термічний опір, який враховує взаємний вплив сусідніх труб визначено за формулою, м·°C/Вт:

$$R_o = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{cp}} \cdot \ln \sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot h}{b_{mp}} \right)^2}$$

$$R_o=0,89$$

Питомі втрати подавального і зворотного трубопроводів визначено за формулами, Вт/м:

$$q_1 = \frac{(\tau_1 - t_{306}) \cdot R_2 - (\tau_2 - t_{306}) \cdot R_o}{R_1 \cdot R_2 - R_o^2} :$$

$$q_1=24,2$$

$$q_2 = \frac{(\tau_2 - t_{306}) \cdot R_1 - (\tau_1 - t_{306}) \cdot R_o}{R_1 \cdot R_2 - R_o^2} :$$

$$q_2=12,8$$

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Розраховані питомі втрати для подавального і зворотного трубопроводів практично співпадають з величинами наведеними в ДСТУ Н Б В.2.5-35:2007 [30, табл. Г.2].

Сумарні питомі тепловтрати ізолизованого трубопроводу, Вт/м:

$$q_{iz} = q_1 + q_2$$

$$q_{iz}=37,0$$

Для неізоляованих трубопроводів термічний опір кожного з них буде дорівнювати термічному опору ґрунту, м°С/Вт:

$$R_{zp} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{zp}} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot h}{d_{306}} + \sqrt{\left(\frac{2 \cdot h}{d_{306}} \right)^2 - 1} \right) =$$

$$R_{zp}=0,16$$

Питомі тепловтрати неізоляованого подавального і зворотного трубопроводів, відповідно, Вт/м:

$$q_{niz1} = \frac{(\tau_1 - t_{306}) \cdot R_2 - (\tau_2 - t_{306}) \cdot R_o}{R_1 \cdot R_2 - R_o^2}$$

$$q_{niz}=145,7$$

$$q_{niz2} = \frac{(\tau_2 - t_{306}) \cdot R_1 - (\tau_1 - t_{306}) \cdot R_o}{R_1 \cdot R_2 - R_o^2} =$$

$$q_{niz2}=17,2$$

Сумарні втрати неізоляованими трубами, Вт/м:

$$q_{niz} = q_{niz1} + q_{niz2}$$

$$q_{niz3}=163,0$$

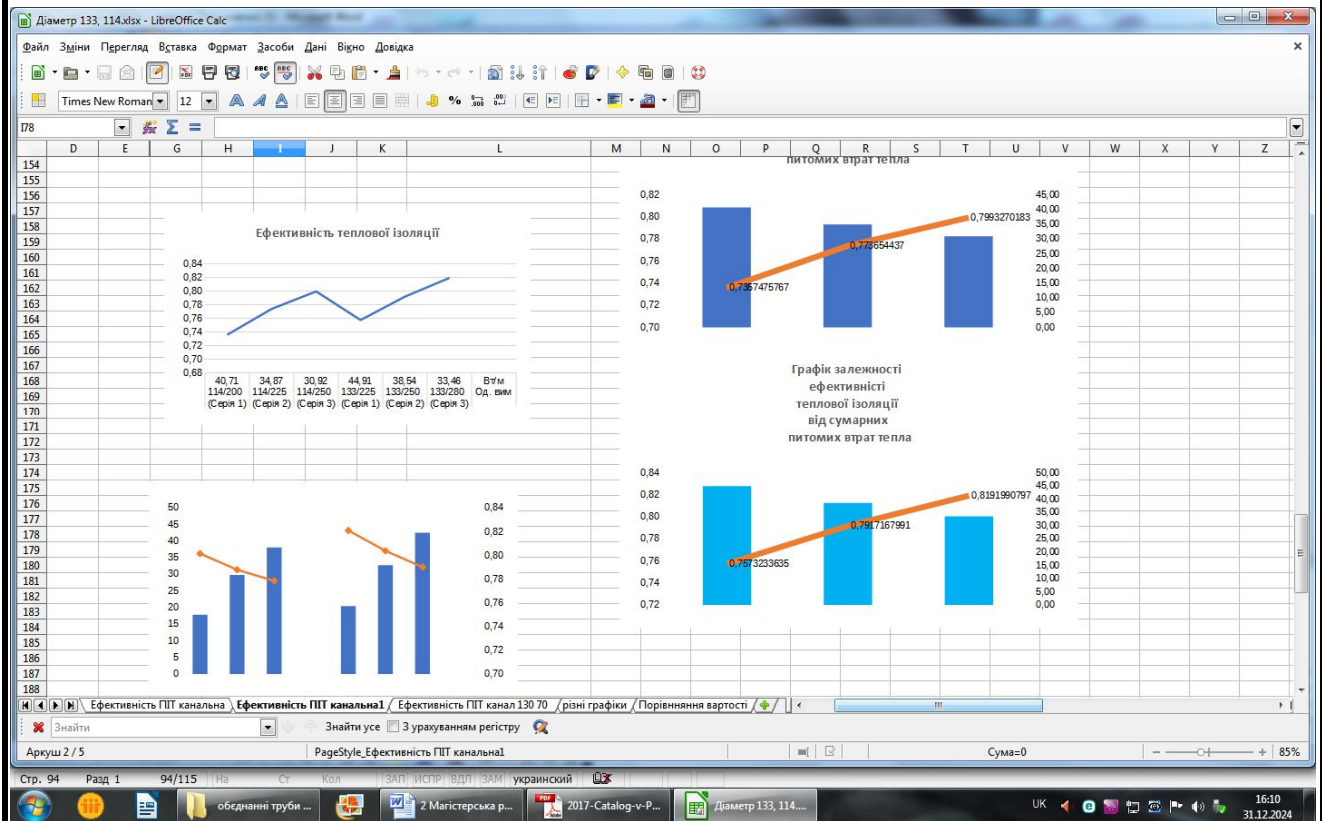
Ефективність теплової ізоляції за формулою:

$$\eta = \frac{q_{niz} - q_{iz}}{q_{niz}}$$

$$\eta=0,35$$

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

4.6 Графіки ефективності теплової ізоляції попередньо ізольованих трубопроводів двотрубної теплової мережі діаметрів 133 та 114

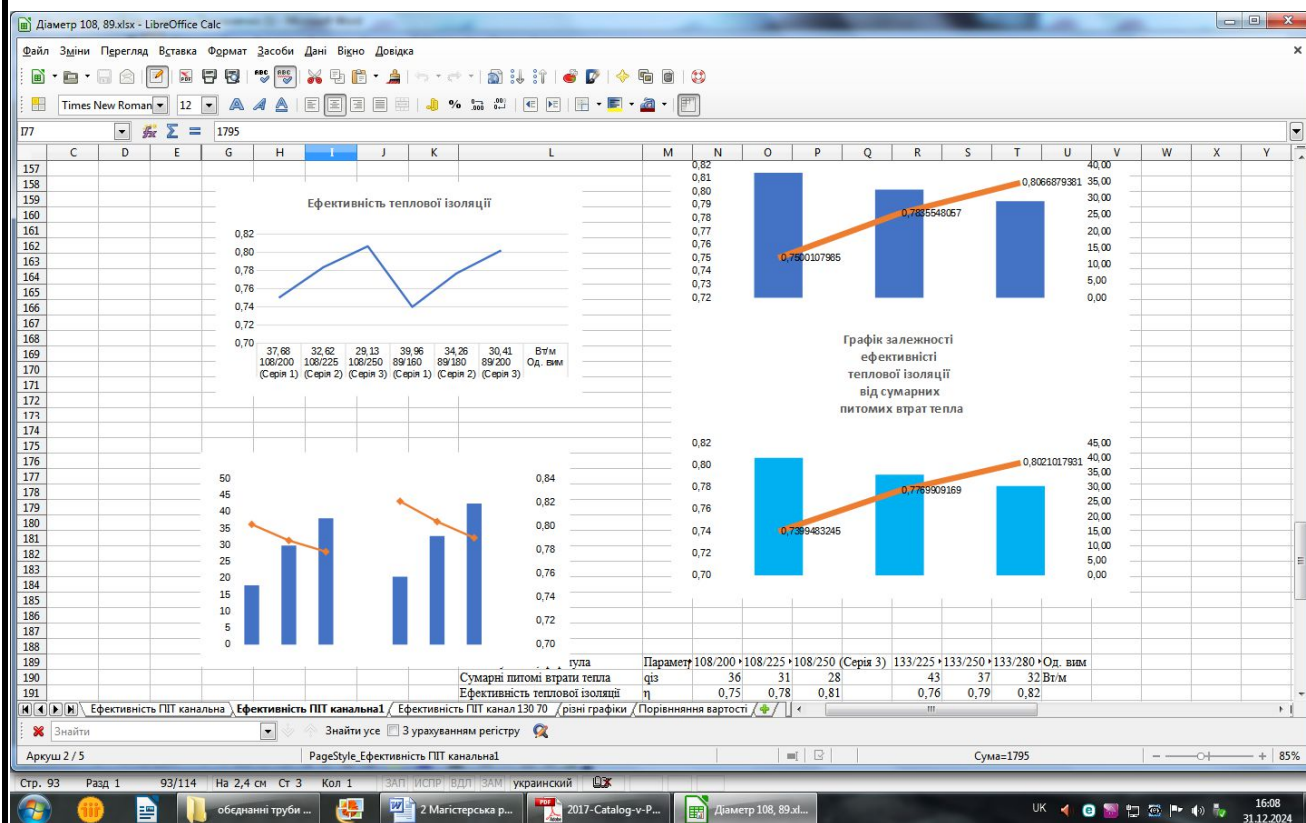


Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

Арк

4.7 Графіки ефективності теплової ізоляції попередньо ізольованих трубопроводів двотрубної теплової мережі діаметрів 108 та 89

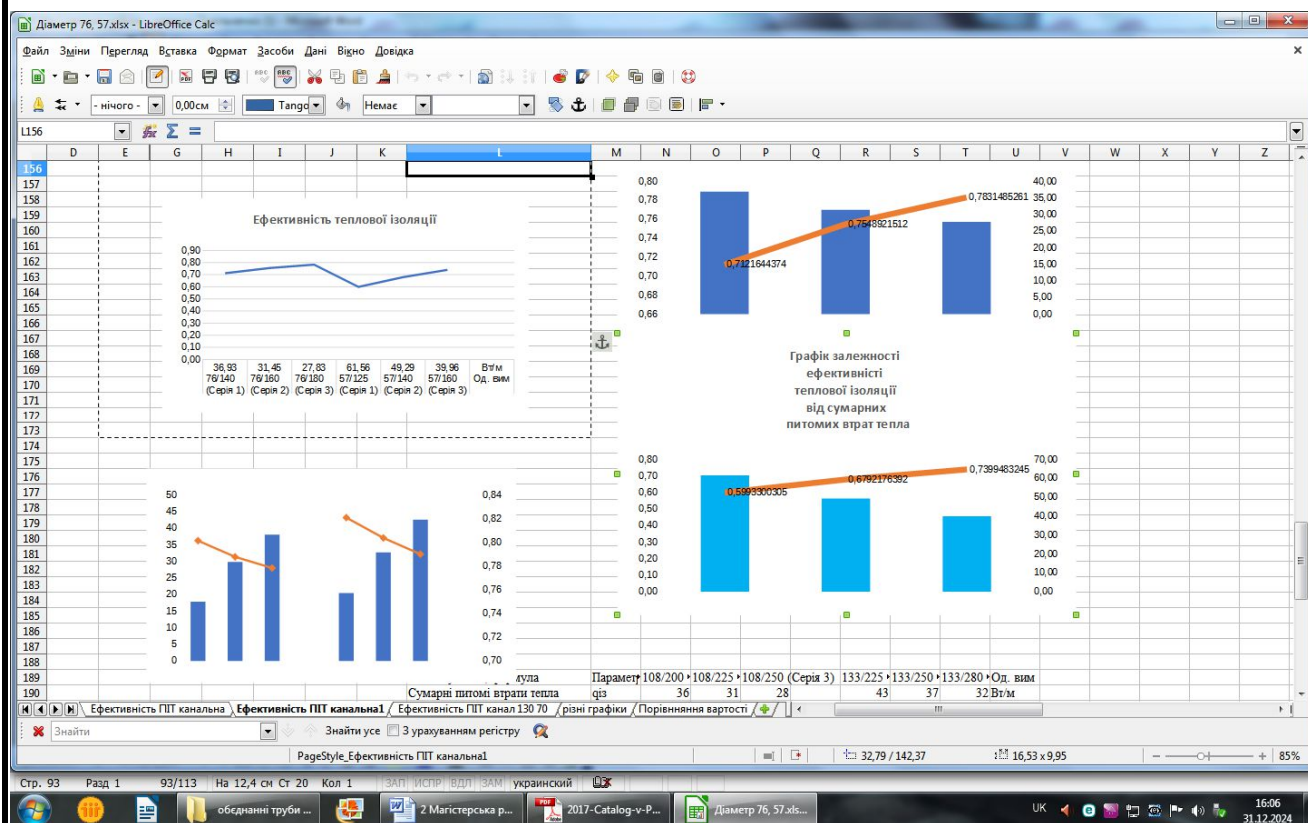


Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

Арк

4.8 Графіки ефективності теплової ізоляції попередньо ізольованих трубопроводів двотрубної теплової мережі діаметрів 76 та 57



Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР

Арк

Висновки до четвертого розділу

В даному розділі проведений розрахунок економічної доцільності для різних серій ізоляції для кожного діаметра. Досліджено окупність заходів по влаштуванню ізоляції порівняно з неізолюваною трубою. Виконано порівняння вартості витрат на теплову енергію та вартості труб по роках неізолюваних труб та ПІТ труб.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ

Будівництво та монтаж теплових мереж, як і будь-які роботи в будівництві, потребують суворого дотримання норм і вимог охорони праці. Забезпечення безпеки на всіх етапах проектування, монтажу, експлуатації та обслуговування теплових мереж є важливим аспектом для запобігання травматизму та забезпечення комфортних умов праці. При проектуванні та будівництві теплових мереж необхідно враховувати потенційні ризики, пов'язані з механічними, електричними, термічними та хімічними небезпеками.

Оснoвними факторами, які можуть становити небезпеку для працівників під час будівництва теплових мереж, є:

- Механічні небезпеки: травми, спричинені інструментами, важкими матеріалами, будівельними машинами та обладнанням.
- Електричні небезпеки: можливість ураження електричним струмом під час монтажу електричних елементів обладнання або при проведенні робіт поблизу електричних мереж.
- Термічні небезпеки: висока температура теплоносія в трубопроводах, що може призвести до опіків або перегріву.
- Хімічні небезпеки: можливість витоку хімічно очищеної води з теплоносієм, що вимагає належних заходів для запобігання забруднення навколишнього середовища та забезпечення безпеки працівників.

5.1 Заходи безпеки під час виконання робіт

Для зменшення ризиків і забезпечення безпеки на об'єкті будівництва теплових мереж необхідно виконувати ряд заходів:

- Інструктаж та навчання: усі працівники повинні пройти інструктаж з охорони праці та безпеки життєдіяльності перед початком робіт, а також регулярно оновлення знань про безпечні методи праці.
- Особисті засоби захисту: використання спеціальних засобів захисту, таких як каски, рукавички, спецодяг, захисні окуляри та інші засоби, що дозволяють запобігти травмам.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- Контроль за технічним станом обладнання: регулярний технічний огляд і налаштування будівельних та монтажних машин і механізмів для уникнення несправностей, що можуть призвести до аварій.

- Обмеження доступу до небезпечних зон: встановлення огорож, знаків безпеки та контроль доступу на будівельні майданчики, щоб запобігти випадковим травмам. Вимоги до персоналу, який обслуговує теплові установки і мережі.

Персонал, який здійснює експлуатацію і обслуговування джерел теплопостачання, теплофікаційних та тепловикористовувальних установок, теплових мереж і систем теплоспоживання, повинен:

- враховувати технологічні особливості виробництва і устаткування свого підприємства;

- знати і виконувати Правила № 71;

- дотримуватися вимог з охорони праці, інструкцій та інших актів, що стосуються використання устаткування за призначенням.

Адміністрація власника теплових установок і мереж для забезпечення справного стану та безпечної експлуатації конкретного устаткування призначає наказом відповідальних осіб (технічний директор, головний інженер, головний енергетик, технолог, механік або особа зі складу інженерно-технічних працівників теплотехнічного, теплоенергетичного профілю), які пройшли перевірку відповідних знань.

Необхідність призначення відповідальних осіб у структурних одиницях визначає керівництво суб'єкта господарювання в кожному конкретному випадку залежно від структури енергетичної служби, параметрів теплоносіїв, потужності тепловикористовувальних установок та обсягів теплоспоживання таких одиниць.

На невеликих підприємствах, в установах та організаціях (школи, лікарні, магазини, майстерні, їдальні тощо) допускається експлуатація тепловикористовувальних установок і теплових мереж персоналом за договорами з іншими спеціалізованими суб'єктами господарювання.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

5.2 Забезпечення безпеки під час експлуатації та обслуговування теплових мереж

Після введення в експлуатацію теплових мереж важливо забезпечити постійну безпеку на всіх етапах їх функціонування:

- Моніторинг технічного стану: періодичні перевірки та обслуговування трубопроводів, насосних станцій та інших елементів системи для запобігання витокам теплоносія та аварійним ситуаціям.

- Планування та оперативне реагування на аварії: наявність планів дій у разі аварійних ситуацій, таких як витік теплоносія, перегрів або гідравлічні удари. Наявність спеціалізованого обладнання для аварійного реагування.

- Навчання персоналу: регулярне навчання і тренування обслуговуючого персоналу з безпеки експлуатації теплових мереж та дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

5.3 Енергоефективність та безпека в контексті охорони праці

Енергоефективні рішення під час будівництва теплових мереж не тільки дозволяють знижувати енергетичні витрати, але й мають прямий вплив на забезпечення безпеки та охорони праці. Наприклад:

- Ізоляція трубопроводів: якісна термоізоляція не лише зменшує теплові втрати, але й знижує ризик термічних опіків при контакті з трубами, що працюють під високим тиском.

- Автоматизація та моніторинг: встановлення систем автоматичного контролю та моніторингу параметрів теплоносія дозволяє своєчасно виявляти відхилення від нормальних значень (температура, тиск), що знижує ймовірність аварій.

5.4 Екологічні аспекти охорони праці та безпеки життєдіяльності

Забезпечення безпеки життєдіяльності включає також екологічні аспекти, пов'язані з використанням енергоефективних технологій. Використання хімічно очищеної води як теплоносія вимагає заходів для запобігання її витоку в навколишнє середовище. Крім того, знижені теплові втрати зменшують потребу в додатковому споживанні енергії та знижують викиди шкідливих речовин у атмосферу.

Охорона праці та безпека життєдіяльності є невід'ємною складовою при проектуванні, будівництві та експлуатації енергоефективних теплових мереж.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Запровадження сучасних технологій, таких як автоматизація процесів, використання енергоефективних матеріалів та чітке дотримання заходів безпеки дозволяє забезпечити безпечні умови праці, зменшити ризики для працівників та навколишнього середовища, а також підвищити ефективність теплопостачання в житловому масиві.

5.5 Законодавчі вимоги до забезпечення охорони праці експлуатації та обслуговування теплових мереж

Екологічні У 2024 році лишаються чинними Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж, затверджені наказом Міністерства палива і енергетики України 14.02.2007 № 71 (далі — Правила № 71). Документ встановлює основні організаційні та технічні вимоги до безпечної, надійної та економічної експлуатації джерел теплопостачання, теплофікаційних і тепловикористовувальних установок, теплових мереж, систем опалення та вентиляції, гарячого водопостачання, збирання і повернення конденсату, водопідготовки, а також засобів вимірювальної техніки.

Правила складаються з десяти розділів та додатків. Це, зокрема: журнал перевірки знань з Правил технічної експлуатації теплових установок і мереж та НД з охорони праці, перелік і зміст оперативних документів чергового персоналу, паспорт технічного стану теплової мережі, паспорт теплової мережі та інші.

Дотримання цих Правил є обов'язковим для всіх суб'єктів відносин у сфері теплопостачання, а також для працівників установи, яка має функції державного енергетичного нагляду. Ними повинні керуватися також організації, що здійснюють проектування, підготовку кадрів для теплових господарств, монтаж, налагодження, обслуговування і ремонт устаткування джерел теплопостачання, теплофікаційних та тепловикористовувальних установок, теплових мереж, теплових пунктів, систем опалення і вентиляції, гарячого водопостачання, збирання і повернення конденсату, водопідготовки та засобів вимірювальної техніки.

Споживачі, теплове господарство яких складається лише з опалювальних приладів у приміщеннях, можуть не призначати особу, відповідальну за теплове господарство.

Суб'єкт господарювання повинен організувати систематичну підготовку та підвищення кваліфікації персоналу, який експлуатує теплові установки та мережі.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Підготовка, перепідготовка та навчання персоналу має здійснюватись у галузевих чи незалежних, зокрема приватних, навчально-тренувальних центрах, навчально-курсівних комбінатах та інших спеціалізованих навчальних закладах.

Періодична перевірка знань Правил № 71 здійснюється комісіями спеціалізованого навчального закладу або суб'єкта господарювання за участю інспектора Держенергонагляду.

Робота з персоналом передбачає здійснення заходів з:

- з виробничого навчання на робочому місці (стажування);
- перевірки знань Правил, вимог з охорони праці, інструкцій та інших нормативних документів, котрі необхідно знати відповідно до вимог посадової інструкції;
- виконання обов'язків (робіт) з дозволу і під наглядом особи, призначеної керівником навчання (дублювання);
- періодичних протиаварійних (протипожежних) тренувань;
- контрольних оглядів робочих місць з метою перевірки: виконання персоналом правил, посадових інструкцій та інструкцій з експлуатації устаткування; додержання порядку приймання-передачі зміни, ведення оперативної документації, виробничої та трудової дисципліни; своєчасного виявлення дефектів і недоліків у роботі устаткування;
- дотримання встановленої системи порядку допуску до виконання ремонтних і спеціальних робіт;
- додержання гігієни праці на робочому місці; справності та наявності на робочих місцях запобіжних засобів і засобів захисту та пожежної і техногенної безпеки; відповідності умов виробничої діяльності санітарним нормам і правилам;
- безперервного професійного виробничого навчання чи іншої необхідної спеціальної підготовки;
- атестації на відповідну посаду в разі, якщо ця вимога передбачена галузевими нормативними документами.

Організація експлуатації тепловикористовувальних установок і теплових мереж, систем теплоспоживання, їх ремонт, налагодження та випробування повинні

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

забезпечити безпеку праці відповідно до вимог чинних нормативних документів з охорони праці.

5.6 Перевірка знань правил експлуатації теплових установок і мереж

Перевірка знань вимог Правил № 71, питань охорони праці, пожежної та техногенної безпеки, виробничих і посадових інструкцій є первинною, періодичною і позачерговою.

Первинна перевірка знань проводиться перед допуском до самостійної роботи після навчання та підготовки працівника на нову посаду.

Періодичність перевірки знань персоналом Правил і виробничих інструкцій має проводитись:

- один раз на 12 місяців для персоналу, який безпосередньо обслуговує діючі теплові установки та мережі, або виконує на них налагоджувальні, монтажні, ремонтні роботи чи профілактичні випробування, а також для персоналу, який оформлює розпорядження і організовує ці роботи;

- один раз на 3 роки для інженерно-технічних працівників, які не належать до попередньої групи, пов'язаної з експлуатацією та ремонтом теплових установок та мереж.

Інженерно-технічні працівники, які належать до оперативно-ремонтного персоналу, проходять перевірку знань щороку.

Уповноважена посадова особа, що відповідає за справний стан і безпечну та економічну експлуатацію устаткування теплових установок і мереж (технічний керівник), його заступники та начальники структурних підрозділів проходять перевірку знань один раз на 12 місяців у разі, якщо розпорядженням керівника суб'єкта господарювання їм надано право видачі наряду на виконання робіт у діючих тепловикористовувальних установках і теплових мережах. У разі, якщо ці працівники належать лише до адміністративно-технічного персоналу, перевірка знань у них проводиться один раз на 3 роки.

Для перевірки знань персоналу з вимог цих Правил створюються постійно діючі кваліфікаційні комісії в складі не менше ніж трьох осіб, атестованих у встановленому порядку.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Склад кваліфікаційної комісії затверджується керівником суб'єкта господарювання. Комісію очолює керівник або його заступник, у разі створення комісії у структурному підрозділі — керівник цього підрозділу. Зміни у складі постійно діючих кваліфікаційних комісій оформляють відповідним наказом.

Комісія проводить перевірку знань працівників Правил № 71, вимог з охорони праці, інструкцій та інших нормативних документів. Результати оформлюють протоколом та записують у журнал перевірки знань відповідно до додатку 1 до Правил № 71.

Обсяг знань з охорони праці, пожежної та техногенної безпеки для всіх категорій працівників визначаються відповідними нормативними документами.

5.7 Правила охорони праці під час експлуатації теплових установок і мереж

Необхідно зазначити, що наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 02.12.2013 № 892 затверджено «Правила охорони праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій, теплових мереж і тепловикористовувальних установок», дія яких поширюються на суб'єктів господарювання, які здійснюють монтаж, налагодження, ремонт, реконструкцію та експлуатацію теплосилового, механічного, паливного і водопідготовчого обладнання, неелектричних пристроїв теплової автоматики і теплотехнічних вимірювань паливно-транспортних, котлотурбінних і хімічних цехів електростанцій, теплових мереж, теплових пунктів, тепловикористовувальних установок та опалювальних котелень.

Ці Правила встановлюють детальні вимоги з забезпечення охорони праці персоналу та передбачають здійснення низки конкретних заходів щодо безпечної експлуатації тепломеханічного обладнання, теплових мереж і тепловикористовувальних установок.

На кожному підприємстві необхідно розробити і довести до відома всіх працівників плани ліквідації аварій і пожеж та евакуації працівників на випадок пожежі або аварійної ситуації. Плани ліквідації аварій і пожеж повинні враховувати небезпечні особливості палива (вугілля, газу, мазуту, замінників), що використовується на електростанціях і в теплових мережах.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

На території підприємства необхідно розробити й установити на видних місцях схеми руху транспорту для організації безпечних умов руху транспортних засобів. При цьому не дозволяється рухатись на особистому транспорті всередині виробничих приміщень.

Також на підприємстві необхідно встановити терміни контролю за станом транспортних шляхів, порядок його проведення і обов'язки працівників, які його проводять.

Усі проходи і проїзди, входи і виходи як усередині виробничих приміщень і споруд, так і зовні на прилеглий до них території мають бути освітлені, вільні і безпечні для руху пішоходів і транспорту. Захаращувати проходи і проїзди або використовувати їх для складування вантажів заборонено.

Територія підприємства повинна мати огорожу, освітлення і утримуватись в чистоті і порядку. Вона має бути обладнана водовідводами і водостоками. Люки водостоків та інших підземних комунікацій потрібно тримати закритими. Під час проведення ремонтних, земляних та інших робіт на території підприємства відкриті люки, траншеї та ями потрібно обгородити. Вночі огорожі необхідно освітлювати. У місцях переходу через траншеї необхідно установлювати перехідні містки.

Перебувати без супроводжувальних працівників на території або у виробничих приміщеннях електростанції, теплової мережі, теплових пунктах, паливних складах, золовідвалах працівникам, які не беруть участі в обслуговуванні обладнання, заборонено.

Переробляти будівельні конструкції і пробивати отвори в них без підтвердження розрахунком можливості виконання робіт — заборонено. При цьому на кожному підприємстві (в цеху, на ділянці) повинен бути план з позначенням ремонтних площадок і допустимих на них навантажень. У цехах (на ділянках) необхідно чітко позначати межі площадок, а на табличках зазначати допустимі навантаження на них.

Рівень освітленості, шуму й вібрацій на робочих місцях повинен відповідати вимогам санітарних норм.

На підприємствах, де технологічний процес, використовуване обладнання, сировина та матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

виробничих факторів, необхідно проводити атестацію робочих місць згідно з вимогами Порядку проведення атестації робочих місць за умовами праці, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 01 серпня 1992 року № 442.

Легкозаймисті матеріали необхідно зберігати в спеціальних складських приміщеннях, розташованих поза виробничими приміщеннями. На дверях складських приміщень мають бути вивішені знаки безпеки згідно з ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки (далі — ДСТУ EN ISO 7010:2019).

На підприємстві має бути перелік усіх газонебезпечних місць, а також приміщень (зокрема і підземних споруд) зі шкідливими речовинами, затверджений керівництвом підприємства (структурного підрозділу).

Біля входу до таких приміщень необхідно вивісити знаки безпеки для попередження про наявність шкідливих речовин і про можливість пожежі та вибуху.

У виробничих приміщеннях повинні бути аптечки, укомплектовані перев'язувальним матеріалом та медикаментами. У кожній аптечці мають бути список необхідних матеріалів та медикаментів, а також вказівки щодо їх використання. Аптечки необхідно утримувати в чистоті й порядку, а запас матеріалів і медикаментів систематично поновлювати.

Місце знаходження аптечок визначає керівник цеху (району, дільниці) за узгодженням з медпунктом охорони здоров'я.

У виробничих приміщеннях необхідно вивішувати плакати, що наочно ілюструють безпечні методи роботи і правила надання домедичної допомоги.

Крім Правил технічної експлуатації теплових установок і мереж, відносини, що виникають у зв'язку з виробництвом, транспортуванням, постачанням і використанням теплової енергії регулюються також іншими актами законодавства, зокрема:

Законом України «Про житлово-комунальні послуги» від 09.11.2017 № 2189-VIII;

Законом України від 09.07.2010 № 2479-VI «Про державне регулювання у сфері комунальних послуг»;

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Законом України від 22.06.2017 № 2119-VIII «Про комерційний облік теплової енергії та водопостачання»;

Постановою Кабінету Міністрів України від 03.10. 2007 № 1198 «Про затвердження Правил користування тепловою енергією»;

Наказом Міністерства палива та енергетики України, Міністерства з питань ЖКГ України від 10.12.2008 № 620/378 «Про затвердження Правил підготовки теплових господарств до опалювального періоду»;

Постановою Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері комунальних послуг від 19.10.2012 № 343 «Про затвердження Правил приєднання до теплових мереж» (втрата чинності, відбудеться 22.03.2024) та іншими актами.

Повідомлення про нещасні випадки, професійні захворювання і аварії, їхнє розслідування і облік здійснюється згідно з Порядком розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві, затвердженим постановою КМУ від 17 квітня 2019 р. № 337.

Для перевірки знань персоналу з вимог цих Правил створюються постійно діючі кваліфікаційні комісії в складі не менше ніж трьох осіб, атестованих у встановленому порядку.

Склад кваліфікаційної комісії затверджується керівником суб'єкта господарювання. Комісію очолює керівник або його заступник, у разі створення комісії у структурному підрозділі - керівник цього підрозділу.

Зміни у складі постійно діючих кваліфікаційних комісій оформляють відповідним наказом.

Висновки до п'ятого розділу

Будівництво теплових мереж передбачає контроль за використанням важкого будівельного обладнання та правильне поводження з трубопроводами, які працюють під високим тиском. Після введення теплових мереж в експлуатацію необхідно забезпечити постійний моніторинг технічного стану системи для запобігання аваріям, таким як витoki теплоносія або порушення гідравлічних режимів. Високі температури і тиск теплоносія можуть бути небезпечними для працівників, тому необхідно забезпечити належну ізоляцію трубопроводів і застосовувати аварійні клапани та

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

системи контролю параметрів теплоносія. Використання сучасних технологій, таких як автоматизовані системи управління та контролю, підвищує рівень безпеки під час експлуатації теплових мереж. Безпека та охорона праці при будівництві і експлуатації теплових мереж є важливими аспектами для забезпечення належних умов роботи, мінімізації ризиків і забезпечення стабільної та ефективної роботи системи.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. НПАОП 0.00-1.11-98 зареєстровано в Міністерстві юстиції України 7 жовтня 1998 р. за N 636/3076.
2. Аналіз енергетичних стратегій країн ЄС та світу і ролі в них відновлювальних джерел енергії. Аналітична записка БАУ №13 / Гелетуха Г.Г., Желєзна Т.А., Праховнік А.К. Біоенергетична асоціація України, 2015.
3. Аналіз енерговитрат в житлово-комунальному фонді України. Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 28-29 листопада 2018 / О.А.Сидор. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна.
4. ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель». – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006
5. ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель». – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017
6. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель». – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022
7. Директива з використання енергії (The Energy Services Directive, ESD), 2006/32 / ЕС
8. Річний моніторинговий звіт про просування України у виконанні угоди про асоціацію з ЄС у сферах енергетики та довкілля, 2019. 27 с. Режим доступу: http://dixigroup.org/storage/files/2019-11-13/monthlyaugust_rs.pdf
9. ДСТУ-Н Б В.1.1–27: 2010 Будівельна кліматологія [Дата введення 2011-11-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с.
10. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» від 09.07.2022р. №2392-IX. ВВР, 2017, №33, ст.359.
11. ДСТУ ISO 50002:2016 «Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення» Вид. ДП «УкрНДНЦ», 2016

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

12. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 «Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження». Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013.

13. ДСТУ-Н Б А.2.2-12: 2015 «Енергоефективність в будівлях. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні». Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2015.

14. ДБН В 2.2-3:2018 «Будинки і споруди. Заклади освіти». – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018

15. ДСТУ Б.В.2.6-101:2010 «Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій». – К.: Мінрегіонбуд України, 2010

16. ДСТУ ISO 4065-2001 «Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги»

17. ДСТУ Б.А.2.2-12: 2015 «Енергетична ефективність будівель». – К.: Держстандарт України, 2002

18. ДБН В 2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – К.: Мінрегіон України, 2013

19. СНиП 2.04.14-88 Теплова ізоляція обладнання і трубопроводів СНиП 2.04.14-88. - [Чинний від 1990-01-01].

20. ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі» [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-204>;

30. ДСТУ-Н Б В.2.5-35:2007 Теплові мережі та мережі гарячого водопостачання з використанням попередньо теплоізованих трубопроводів. Настанова [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_n_b_v_2_5_35_2007/5-1-0-1629

31. ДСТУ Б В.2.5-31:2007 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Трубопроводи попередньо теплоізовані спіненим поліуретаном для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж. Труби, фасонні вироби та арматура. Технічні умови

32. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель». – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

33. ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні» [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_5_77/1-1-0-1185;
34. ДБН В 2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – К.: Мінрегіон України, 2013
35. ДСТУ Б.В.2.6-101:2010 «Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій». – К.: Мінрегіонбуд України, 2010
36. ДСТУ ISO 4065-2001 «Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги»
37. Директива з використання енергії (The Energy Services Directive, ESD), 2006/32 / ЕС
38. Річний моніторинговий звіт про просування України у виконанні угоди про асоціацію з ЄС у сферах енергетики та довкілля, 2019. 27 с. Режим доступу: http://dixigroup.org/storage/files/2019-11-13/monthlyaugust_rs.pdf
39. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» від 09.07.2022р. №2392-IX. ВВР, 2017, №33, ст.359.
40. Про охорону праці: Закон України від 04.02.2021 р. [№ 2695-XII](#) . ВВР. 1992, № 49. с.668
41. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Затверджено Наказ Держнаглядохоронпраці України №4 09.01.98.
42. Правила пожежної безпеки. Затверджено Наказ Міністерства внутрішніх справ України № 1417 30.2014.
43. Аналіз енергетичних стратегій країн ЄС та світу і ролі в них відновлювальних джерел енергії. Аналітична записка БАУ №13 / Гелетуха Г.Г., Желєзна Т.А., Праховнік А.К. Біоенергетична асоціація України, 2015.
44. Аналіз енерговитрат в житлово-комунальному фонді України. Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 28-29 листопада 2018 / О.А.Сидор. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна.
45. Прядко, М. О. Теплові мережі : навчальний посібник / М. О. Прядко, В. І. Павелко, С. М. Василенко – К.: Алерта, 2005. – 227 с.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

46. Плачков І.В. Теплоенергетичні засади модернізації системи теплопостачання мегаполісу (на прикладі м. Києва) / Плачков Іван Васильович // Автореферат. – 2004р.

47. Енергетична стратегія України на період до 2030 року / Міністерство палива та енергетики України, Національна академія наук України. — 2008. — 129 с.

48. Концепція Державної цільової програми модернізації комунальної теплоенергетики. (Розпорядження Кабінету міністрів України від 2.04.2009 р., № 440–р)

49. Маліновський А.А. Централізоване теплопостачання має перспективу в Україні / Маліновський А. А., Туровський В. Г., Музичак А. З. // Проблеми загальної енергетики : Науковий збірник. І 19/2009 / Інститут загальної енергетики НАН України / Гол.ред. М. М.Кулик. — К. : ТЗЕ НАН України, 2009.— 80 с.

50. Шалигайло А. Т. Аналіз досвіду застосування систем опалення, у тому числі індивідуальних, іноземними державами Електронний ресурс // Міністерство з питань житлово-комунального господарства України. — 2010 р. — Режим доступу до ст.: <http://www.minjkg.gov.ua/about/branch/branch-te/1416-analiz-dosvidu-zastosuvannya-sistem-opalennya-u.html>.

51. Скриль В. В. Зарубіжний досвід реформування і розвитку теплового господарства та можливість застосування його в регіонах України // Економічний простір. — 2008. — № 20/2. — С. 22–29.

52. Інформація про наявність схем теплопостачання населених пунктів України, розроблених та погоджених відповідно до вимог чинного законодавства, станом на 01.05.2012. — 2012 р. Електронний ресурс // Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України — Режим доступу до ст.: http://minregion.gov.ua/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=377%3Ateplopostachannya&Itemid=169&lang=uk.

53. Борисенко С. І. Важливий резерв підвищення ефективності централізованого теплопостачання / Борисенко С. І. // — 2005. — № 1. — С. 50–53.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

54. Труби та елементи попередньо теплоізовані спінієм поліуретаном із подвійною сталеву провідною трубоу в захисній поліетиленовій оболонці. КАТАЛОГ. Редакція – 2. Корпорація «Енергоресурс-Інвест Львів 2017

55. Труби та елементи трубопроводів попередньо теплоізованих спінієм поліуретаном із сталеву провідною трубоу в захисній поліетиленовій оболонці. КАТАЛОГ. Редакція – 6. Корпорація «Енергоресурс-Інвест Львів 2022

56. Труби та елементи попередньо теплоізованих спінієм поліуретаном трубопроводів із PE-RT провідною трубоу в захисній поліетиленовій оболонці. КАТАЛОГ. Редакція – 5. Корпорація «Енергоресурс-Інвест Львів 2022

57. Труби та елементи трубопроводів попередньо теплоізованих спінієм поліуретаном із сталеву провідною трубоу в захисній металевій оболонці. КАТАЛОГ. Редакція – 5. Корпорація «Енергоресурс-Інвест Львів 2022

58. DISTRICT HEATING POLICY ASSESSMENT AND RECOMMENDATIONS. Електронний ресурс // USAID — Режим доступу до ст.: <https://www.facebook.com/usaidesp/>

59. ISO 50001:2011. Energy management systems – Requirements with guidance for use. CEN/CENELEC. European Committee for Standardization, 2011. 22 p.

60. International energy services limited. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ieslglobal.com/opisanie_i_sfery_primeneniya/

61. International energy outlook 2021. Energy Information Administration. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.eia.doe.gov

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-367704 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Додаток 1 Питомі опалювальні характеристики житлових будівель

Зовнішній будівельний об'єм будівлі V, м³	Питома опалювальна характеристика будівель q _{оп} , Вт/(м³ • °С)	
	Забудова до 1958 р.	Забудова після 1958 р.
100	0,86	1,07
200	0,77	0,95
300	0,72	0,91
400	0,70	0,86
500	0,67	0,83
600	0,65	0,80
700	0,63	0,79
800	0,62	0,78
900	0,60	0,77
1000	0,59	0,76
1100	0,58	0,72
1200	0,57	0,70
1300	0,56	0,69
1400	0,55	0,67
1500	0,55	0,66
1700	0,53	0,64
2000	0,52	0,61
2500	0,51	0,60
3000	0,50	0,58
3500	0,49	0,56
4000	0,47	0,55
4500	0,45	0,53
5000	0,44	0,52
6000	0,43	0,50
7000	0,42	0,49
8000	0,41	0,48
9000	0,40	0,47
10000	0,38	0,45
11000	0,37	0,44
12000	0,36	0,44
13000	0,35	0,43
14000	0,35	0,43
15000	0,34	0,43
20000	0,33	0,43
25000	0,33	0,43
30000	0,33	0,42
35000	0,33	0,41
40000	0,31	0,41
45000	0,31	0,40
50000	0,30	0,40

Додаток 2 Укрупнені показники максимального теплового потоку на опалення житлових будівель на 1 м² загальної площі до, Вт.

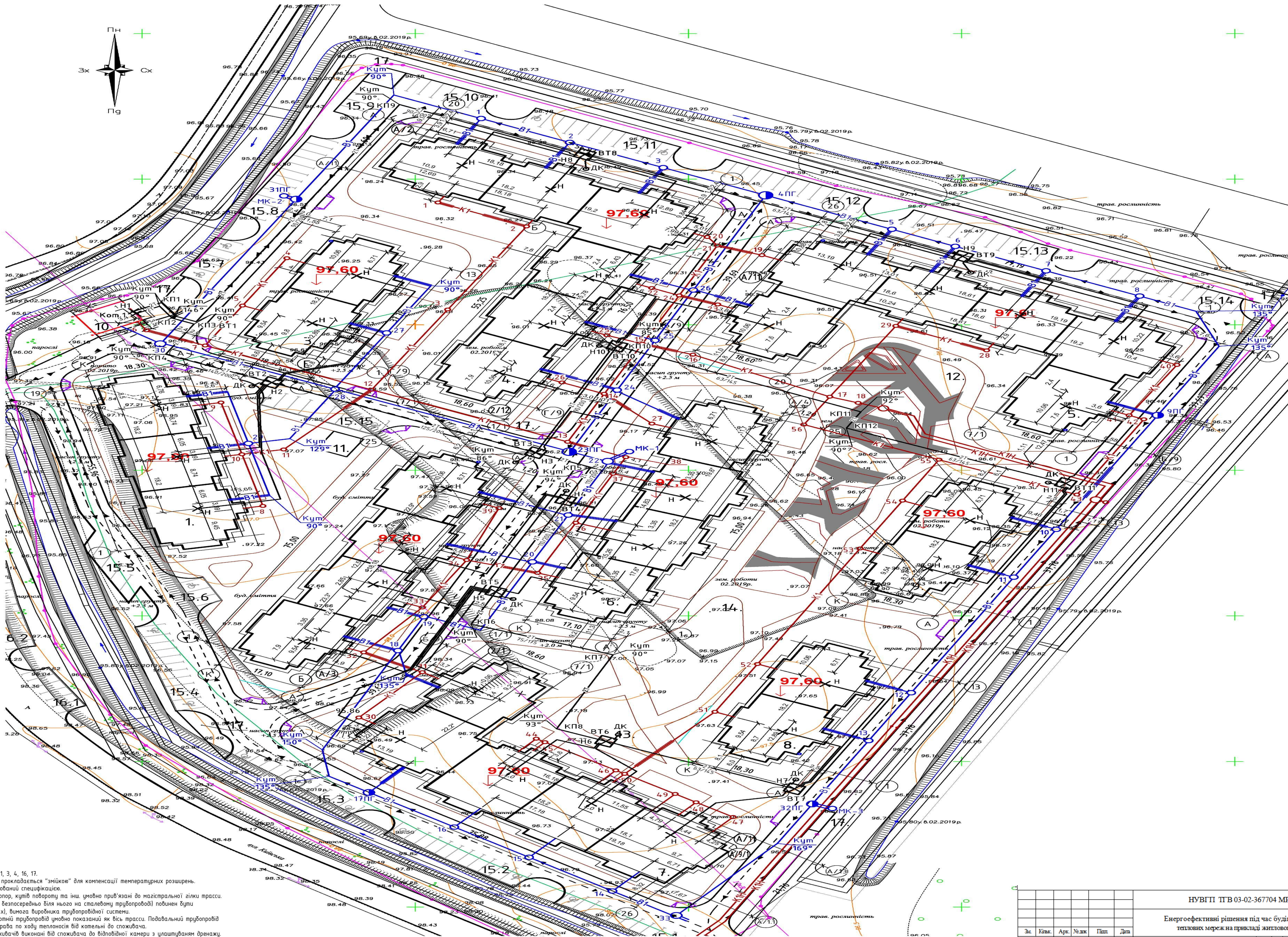
Пов ерховість житлової забудови	Характерист ика будівель	Розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення t_0 , °C										
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Для забудов до 1985 р.												
1-2	Без урахування впровадження ене- ргозберігаючих заходів	48	54	60	05	13	30	34	37	42	55	71
3-4		5	02	09	17	26	34	44	50	60	69	79
5 і більше		5	0	7	9	6	8	8	02	09	15	22
1-2	З урахування впровадження енергозберігаючих заходів	47	53	60	94	01	18	22	25	30	42	57
3-4		0	7	03	11	19	28	37	40	52	60	71
5 і більше		5	9	3	5	2	8	2	6	03	09	16
Для забудов після 1985 р.												
1-2	За новими типовими проектами	45	52	59	66	73	77	80	87	94	00	08
3-4		4	0	6	1	7	01	03	09	16	23	30
5 і більше		5	7	0	3	1	7	7	5	00	02	08

Додаток 3 Поправочний коефіцієнт для житлових і громадських будівель

Розрахункова температура зовнішнього повітря t_o' , °C	β_t	Розрахункова температура зовнішнього повітря t_o' , °C	β_t
0	2,05	-30	1,00
-5	1,67	-35	0,95
-10	1,45	-40	0,90
-15	1,29	-45	0,85
-20	1,17	-50	0,82
-25	1,08	-55	0,80

Додаток 4 Укрупнені показники максимального теплового потоку на опалення житлових будівель на 1 м² загальної площі до, Вт.

Поверховість житлової забудови	Характеристика будівель	Розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення t_0 , °C										
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Для забудов до 1985 р.												
1-2	Без урахування впровадження енергозберігаючих заходів	48	54	60	05	13	30	34	37	42	55	71
3-4		5	02	09	17	26	34	44	50	60	69	79
5 і більше		5	0	7	9	6	8	8	02	09	15	22
1-2	З урахування впровадження енергозберігаючих заходів	47	53	60	94	01	18	22	25	30	42	57
3-4		0	7	03	11	19	28	37	40	52	60	71
5 і більше		5	9	3	5	2	8	2	6	03	09	16
Для забудов після 1985 р.												
1-2	За новими типовими проектами	45	52	59	66	73	77	80	87	94	00	08
3-4		4	0	6	1	7	01	03	09	16	23	30
5 і більше		5	7	0	3	1	7	7	5	00	02	08



1. Лист розглядати разом з арк. 1, 3, 4, 16, 17.
2. Трубопроводи теплової мережі прокладається "змійкою" для компенсації температурних розширень.
3. Нумерація розрізів, нерухомих опор, кутів повороту та інш. умовно прив'язані до магістральної гілки траси.
4. Кожен перехід РЕХ-сталь (або безпосередньо біля нього на сталевому трубопроводі) повинен бути закритий нерухомих опором (Н.о.), димом виробника трубопроводів системи.
5. На плані подавальний та зворотний трубопровід умовно показаний як біля траси. Подавальний трубопровід при прокладці розкладається справа по ходу теплоносія від котельні до споживача.
6. Усі ухили відгалуджень до споживачів виконані від споживача до відповідної камери з улаштуванням дренажу.
7. Плани і схеми у межах камер ВТ2...11 з арматурою та дренажами, див. окремо на аркушах відповідних вузлів.
8. Плани і схеми відгалуджень див. окремо на аркушах відповідних креслень.
9. Схеми приєднання до систем споживачів див. окремо на відповідному вузлі (типологічний вузол приєднання).
10. Усі споживачі приєднані до відповідних ВТ звареною трубою 50x2/175 (Ø50x4,6 DN40). На плані та схемі для відгалуджень умовно не показаний діаметр трубопроводу.

НУВГП ТТВ 03-02-367704 МР					
Енергоефективні рішення під час будівництва теплових мереж на прикладі житлового масиву					
Теплові мережі				Стала	Архив
Загальний план теплової мережі				МР	Архив
НУВГП ННІБА ТТВ-51М					
Зм.	Кав.	Арх.	Надх.	Пит.	Дата
Зав. каф.	Кісєєв М.Д.				
Магістр.	Омельченко С.Д.				
Н. контр.	Кісєєв М.Д.				
Кер. роб.	Потурча О.С.				

Схема мережі
Ком.1, BT1-B11

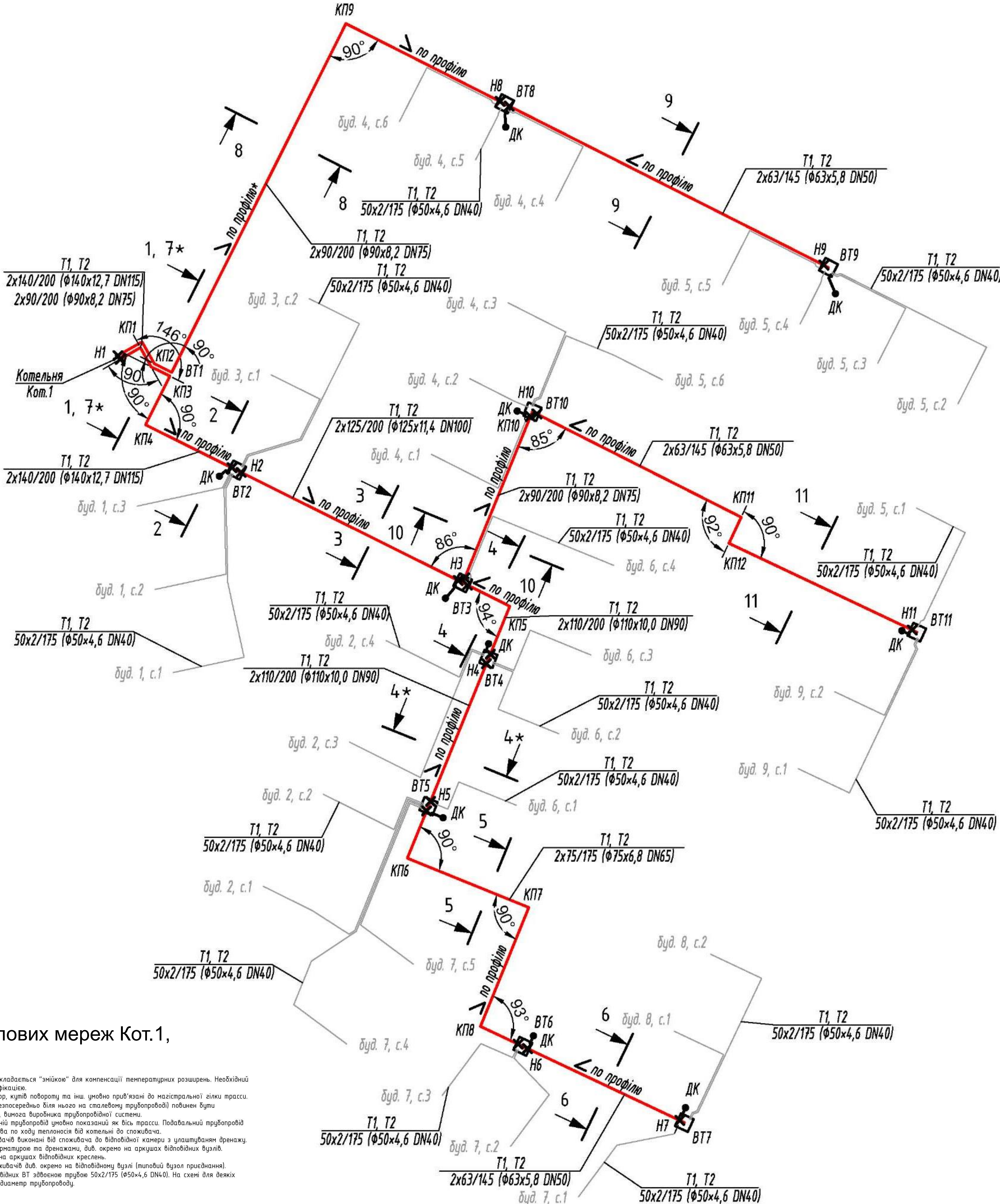


Схема теплових мереж Кот.1,
BT1-B11

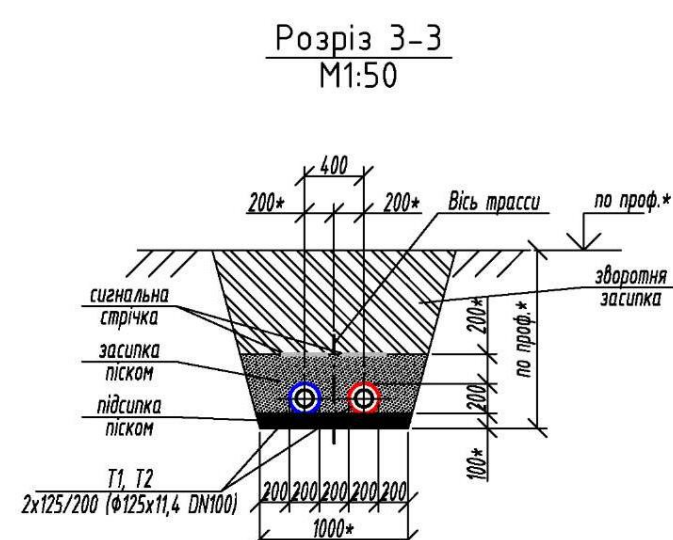
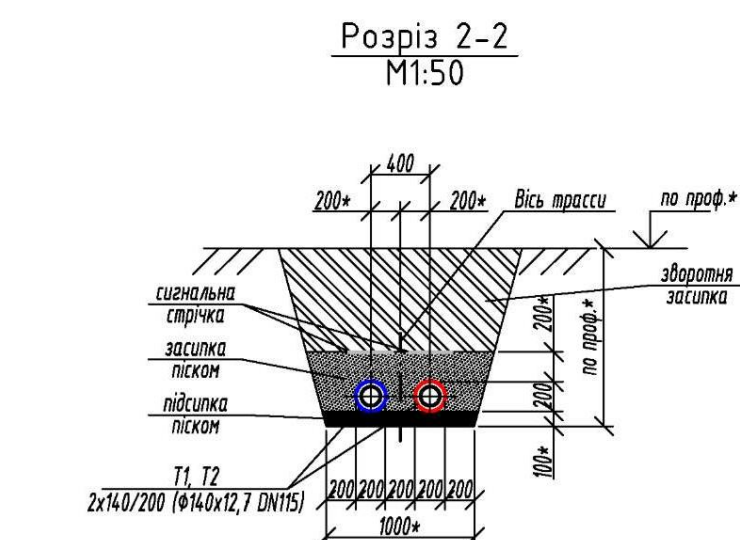
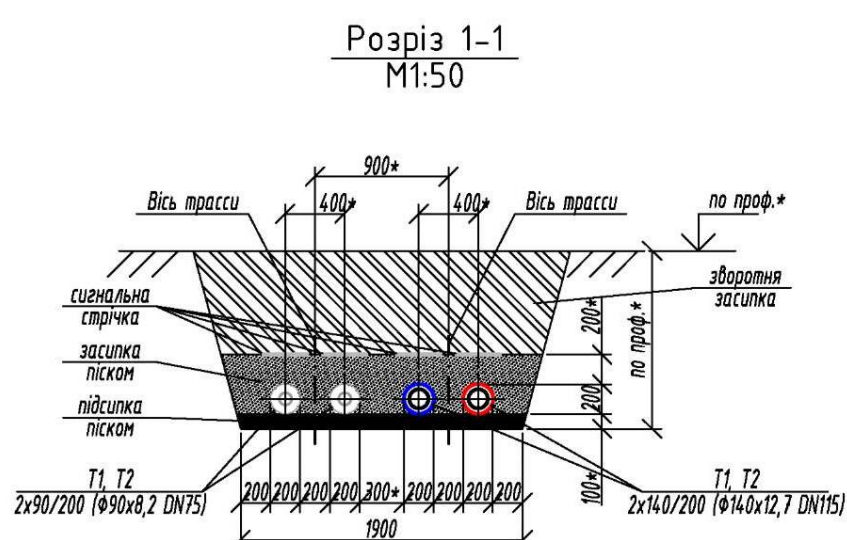
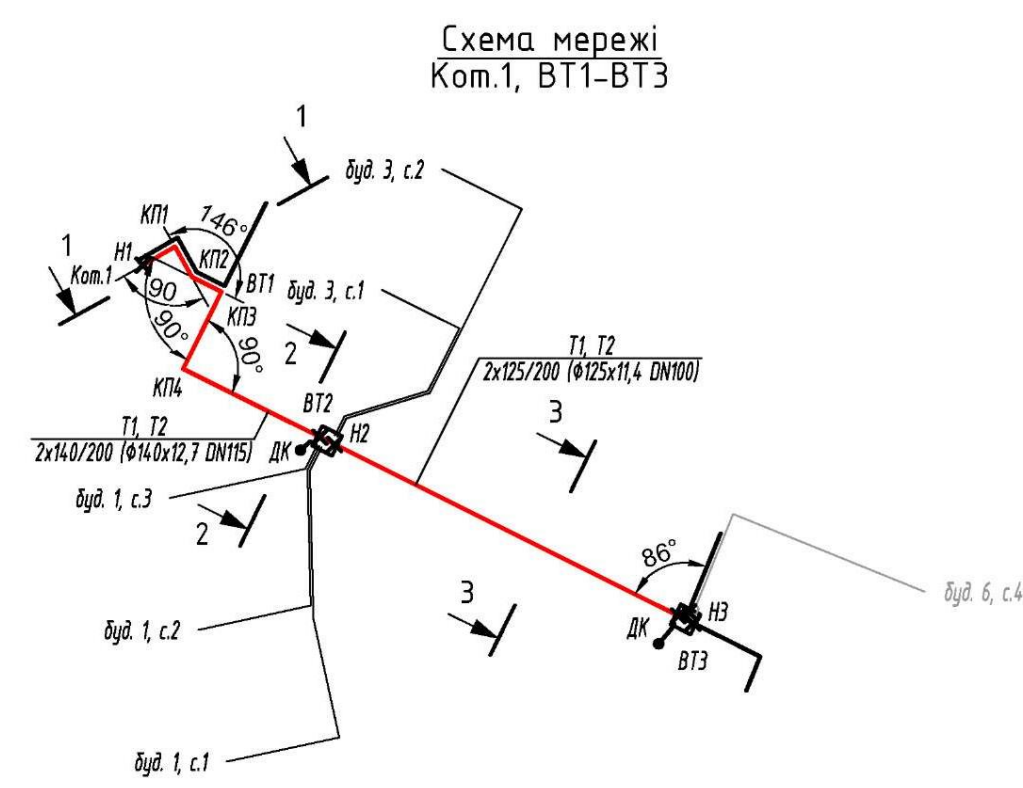
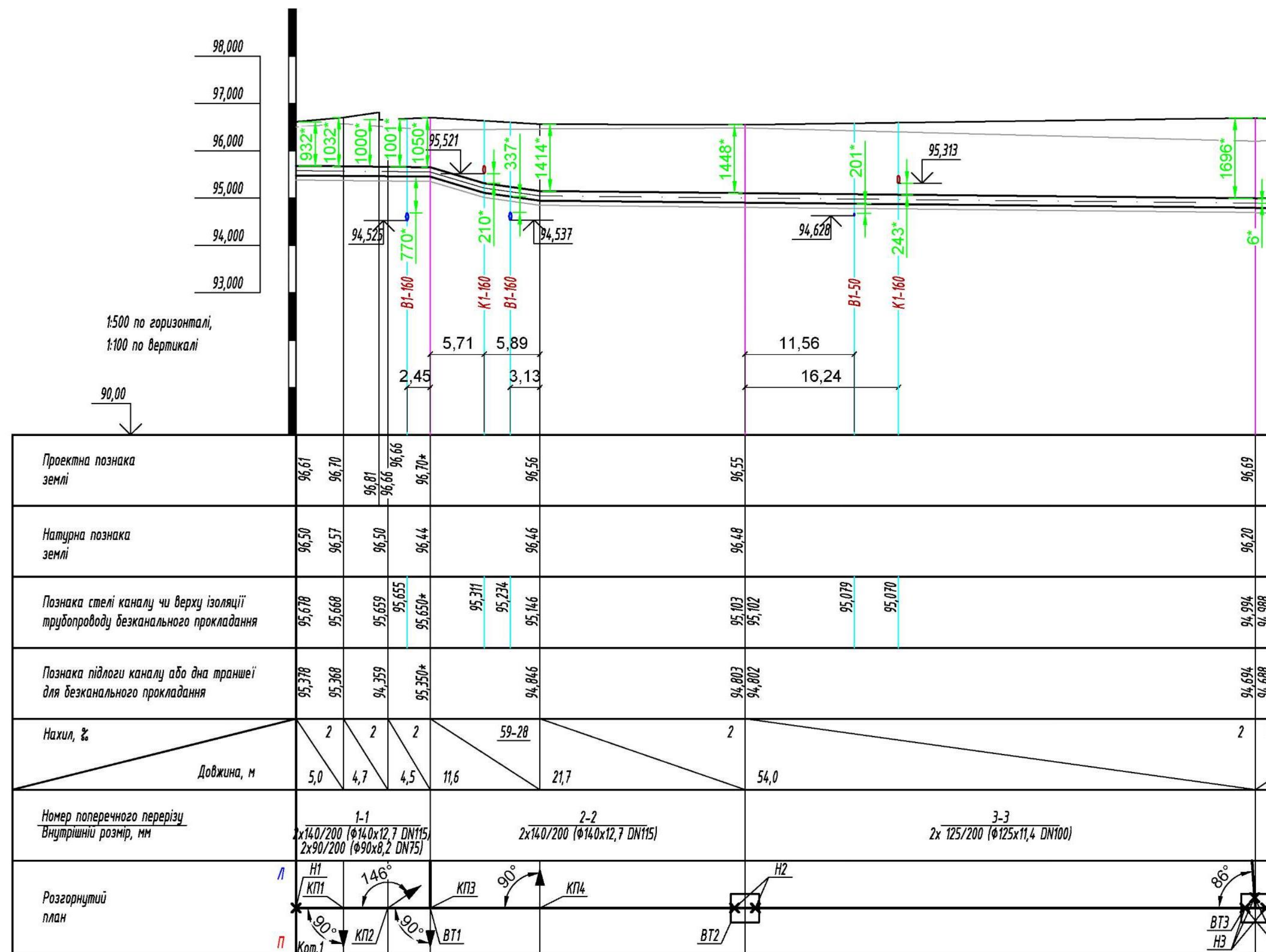
1. Лист розглядати разом з арк.
2. Трубопровід теплової мережі прокладається "зміюкою" для компенсації температурних розширень. Необхідний запас матеріалу врахований специфікацією.
3. Нумерація розривів, поверхневих опор, кутів повороту та інші умовно прийняті до магістральної гілки траси.
4. Кожен перехід РЕХ-сталею (або безпосередньо для нього на сталевому трубопроводі) повинен бути закріплений нерухомою опорою (Н.о), виноса виробника трубопроводної системи.
5. На схемі подавальний та зворотний трубопровід умовно показаний як вісь траси. Подавальний трубопровід при прокладці розпорогається справа по ходу теплоносія від котельні до споживача.
6. Усі ухили відгалуджень до споживачів виконані від споживача до відвідної камери з улаштування дренажу.
7. Схеми у межах камер BT2...11 з арматурою та дренажами, див. окремо на аркушах відповідних вузлів.
8. Схеми відгалуджень див. окремо на аркушах відповідних креслень.
9. Схеми приєднання до систем споживачів див. окремо на відповідному вузлі (типології вузла приєднання).
10. Усі споживачі приєднані до відповідних ВТ збіговою трубою 50x2/175 (φ50x4,6 DN40). На схемі для деяких відгалуджень умовно не показаний діаметр трубопроводу.

Розрахункові теплові потоки						
Поз.	Найменування споживача	Розрахунковий тепловий потік, МВт (ГКал/год)				
		Опалення	Вентиляція	ГВП	Технологія	Всього
1.1	Житловий будинок №1, секц.1	0,050(0,043)	-	-	-	0,050(0,043)
1.2	Житловий будинок №1, секц.2	0,045(0,039)	-	-	-	0,045(0,039)
1.3	Житловий будинок №1, секц.3	0,050(0,043)	-	-	-	0,050(0,043)
	Всього, буд. №1 :					0,145(0,125)
2.1	Житловий будинок №2, секц.1	0,050(0,043)	-	-	-	0,050(0,043)
2.2	Житловий будинок №2, секц.2	0,045(0,039)	-	-	-	0,045(0,039)
2.3	Житловий будинок №2, секц.3	0,045(0,039)	-	-	-	0,045(0,039)
2.4	Житловий будинок №2, секц.4	0,050(0,043)	-	-	-	0,050(0,043)
	Всього, буд. №2 :					0,191(0,164)
3.1	Житловий будинок №3, секц.1	0,050(0,043)	-	-	-	0,050(0,043)
3.2	Житловий будинок №3, секц.2	0,050(0,043)	-	-	-	0,050(0,043)
	Всього, буд. №3 :					0,100(0,086)
4.1	Житловий будинок №4, секц.1	0,050(0,043)	-	-	-	0,050(0,043)
4.2	Житловий будинок №4, секц.2	0,045(0,039)	-	-	-	0,045(0,039)
4.3	Житловий будинок №4, секц.3	0,045(0,039)	-	-	-	0,045(0,039)
4.4	Житловий будинок №4, секц.4	0,051(0,044)	-	-	-	0,051(0,044)
4.5	Житловий будинок №4, секц.5	0,043(0,037)	-	-	-	0,043(0,037)
4.6	Житловий будинок №4, секц.6	0,053(0,046)	-	-	-	0,053(0,046)
	Всього, буд. №4 :					0,287(0,247)
5.1	Житловий будинок №5, секц.1	0,052(0,045)	-	-	-	0,052(0,045)
5.2	Житловий будинок №5, секц.2	0,042(0,036)	-	-	-	0,042(0,036)
5.3	Житловий будинок №5, секц.3	0,043(0,037)	-	-	-	0,043(0,037)
5.4	Житловий будинок №5, секц.4	0,043(0,037)	-	-	-	0,043(0,037)
5.5	Житловий будинок №5, секц.5	0,042(0,036)	-	-	-	0,042(0,036)
5.6	Житловий будинок №5, секц.6	0,052(0,045)	-	-	-	0,052(0,045)
	Всього, буд. №5 :					0,275(0,237)

Поз.	Найменування споживача	Розрахунковий тепловий потік, МВт (ГКал/год)				
		Опалення	Вентиляція	ГВП	Технологія	Всього
6.1	Житловий будинок №6, секц.1	0,050(0,043)	-	-	-	0,050(0,043)
6.2	Житловий будинок №6, секц.2	0,045(0,039)	-	-	-	0,045(0,039)
6.3	Житловий будинок №6, секц.3	0,045(0,039)	-	-	-	0,045(0,039)
6.4	Житловий будинок №6, секц.4	0,050(0,043)	-	-	-	0,050(0,043)
	Всього, буд. №6 :					0,191(0,164)
7.1	Житловий будинок №7, секц.1	0,053(0,046)	-	-	-	0,053(0,046)
7.2	Житловий будинок №7, секц.2	0,042(0,036)	-	-	-	0,042(0,036)
7.3	Житловий будинок №7, секц.3	0,045(0,039)	-	-	-	0,045(0,039)
7.4	Житловий будинок №7, секц.4	0,044(0,038)	-	-	-	0,044(0,038)
7.5	Житловий будинок №7, секц.5	0,056(0,048)	-	-	-	0,056(0,048)
	Всього, буд. №7 :					0,240(0,206)
8.1	Житловий будинок №8, секц.1	0,050(0,043)	-	-	-	0,050(0,043)
8.2	Житловий будинок №8, секц.2	0,050(0,043)	-	-	-	0,050(0,043)
	Всього, буд. №8 :					0,100(0,086)
9.1	Житловий будинок №9, секц.1	0,050(0,043)	-	-	-	0,050(0,043)
9.2	Житловий будинок №9, секц.2	0,050(0,043)	-	-	-	0,050(0,043)
	Всього, буд. №9 :					0,100(0,086)
	Всього, буд. №1-9 :					1,63 (1,40)
	(без врахування теплопотрат)					

НУВГП ПТВ 03-02-367704 МР					
Енергоэффективні рішення під час будівництва теплових мереж на приватді житлового масиву					
Зм.	Кварт.	Арх.	Мод.	Плн.	Дет.
Зав. каф.	Кісєєв М.Д.				
Магістрант	Омельченко С.Д.				
Н. контр.	Кісєєв М.Д.				
Кер. роб.	Новацька О.С.				
Теплові мережі		Стала	Архив	Архив	
Загальна схема теплової мережі		МР			
НУВГП ННІБА ПТВ-51М					

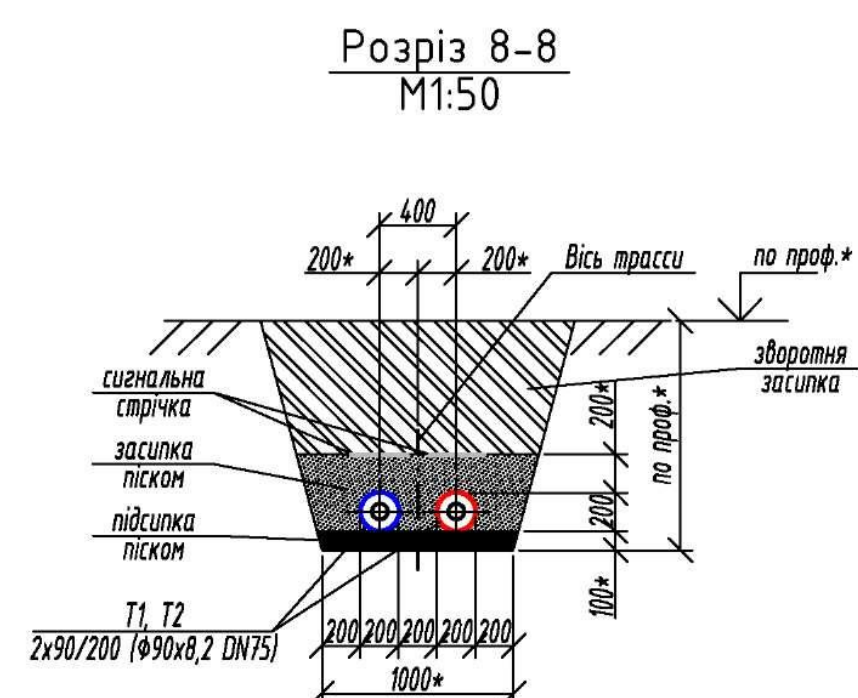
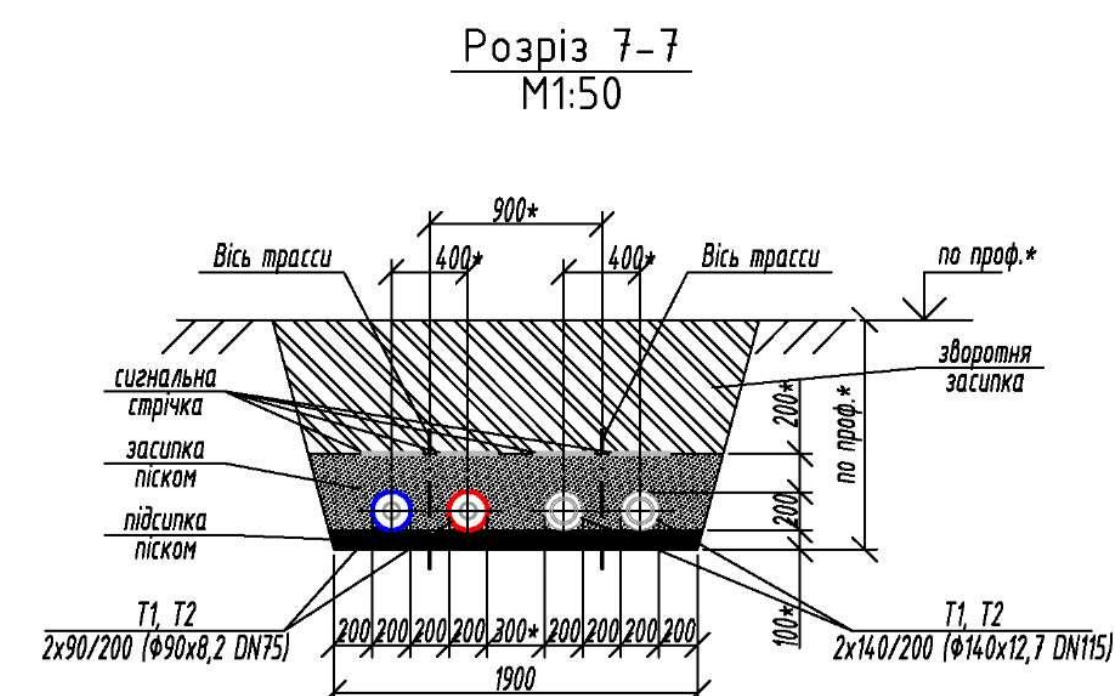
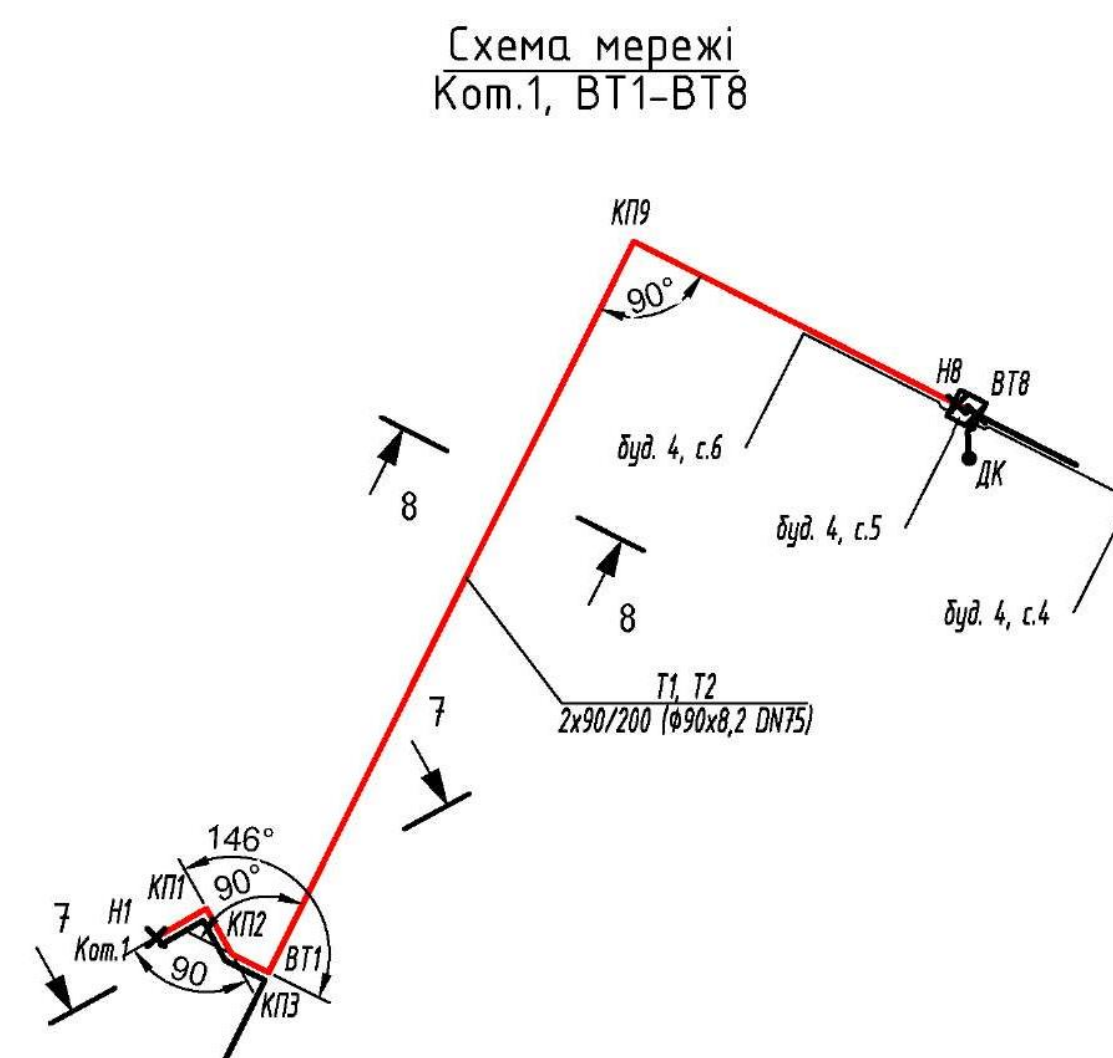
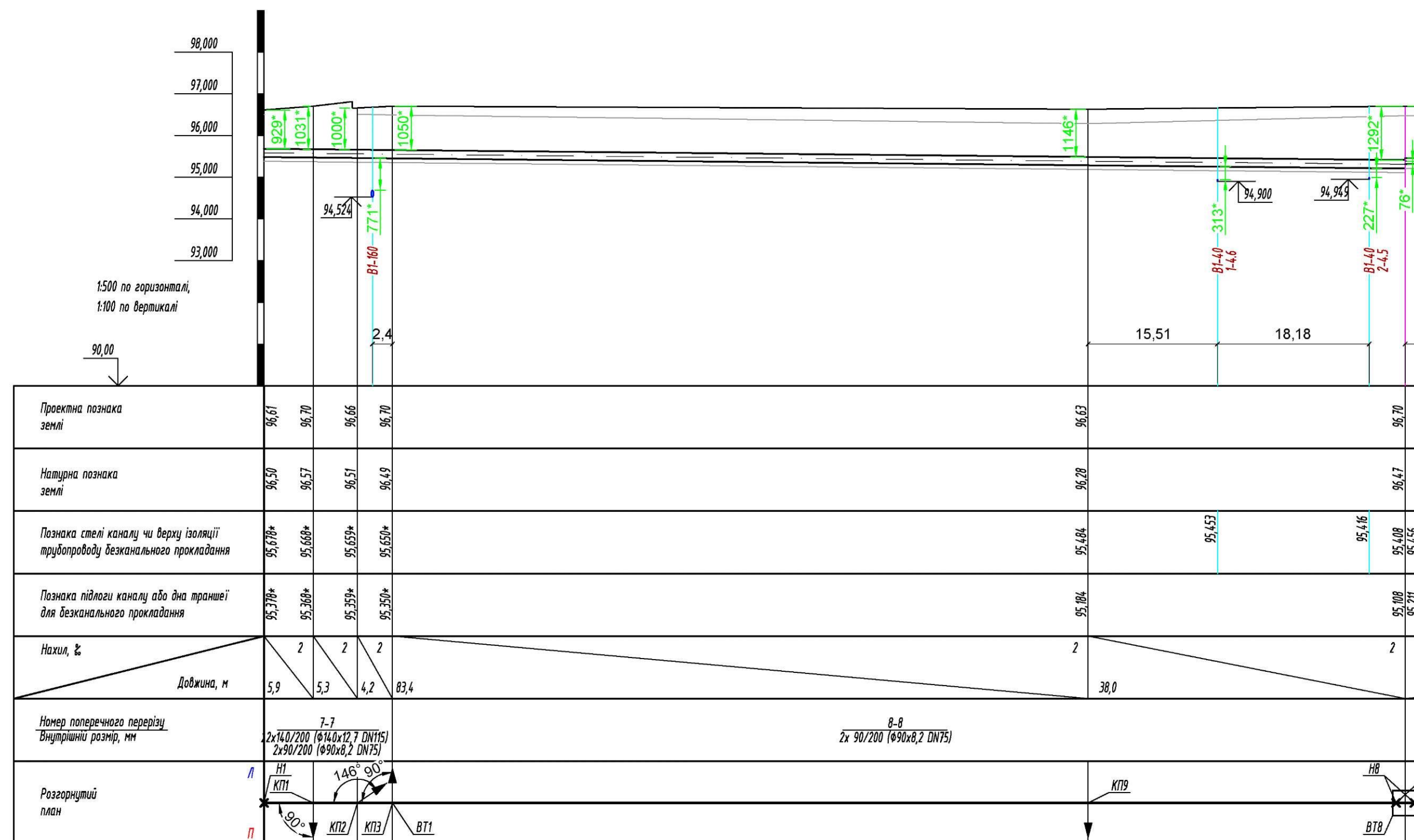
Профіль мережі



Розподільчі мережі. Ділянка від Кот.1, ВТ1 до ВТ3

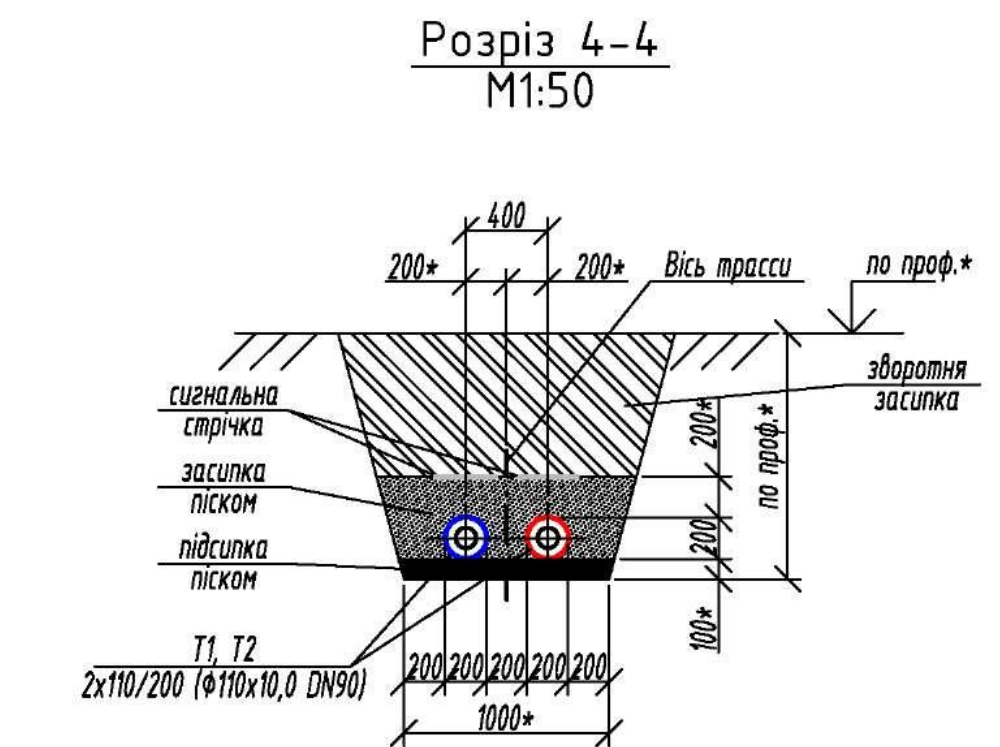
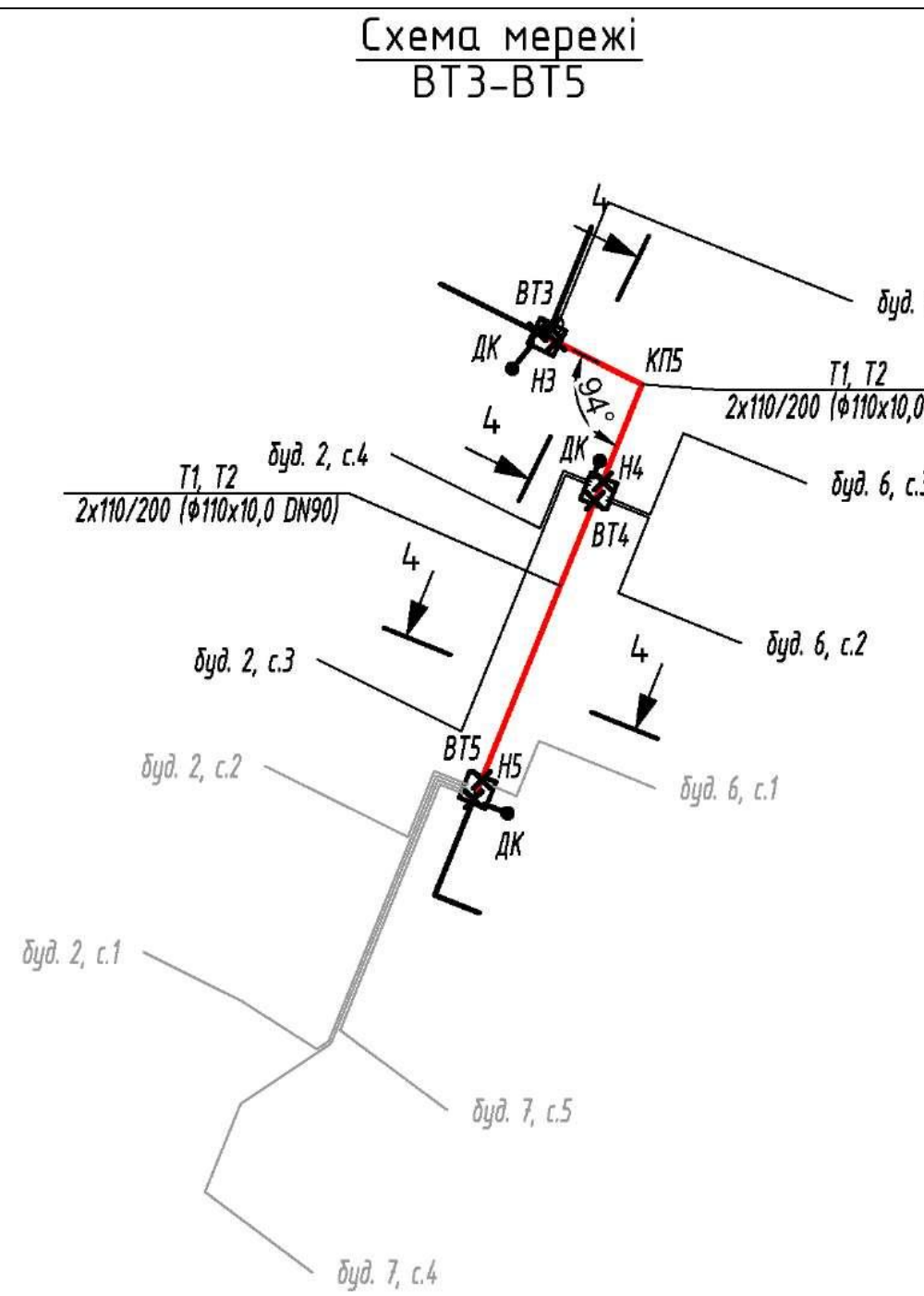
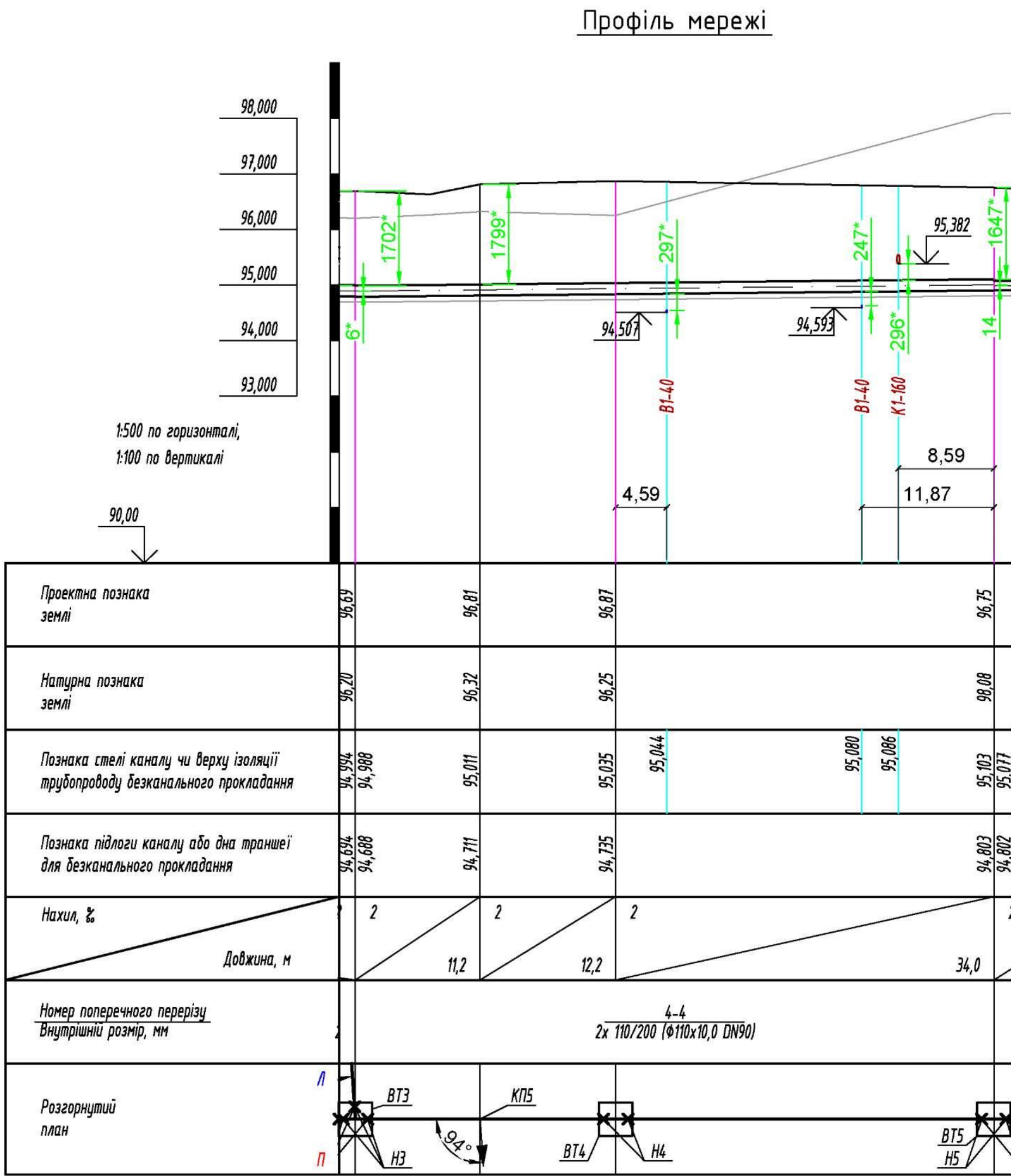
Профіль розподільчих мереж. Схеми мереж. Розрізи Ділянка від Кот.1, ВТ1 до ВТ3

Профіль мережі

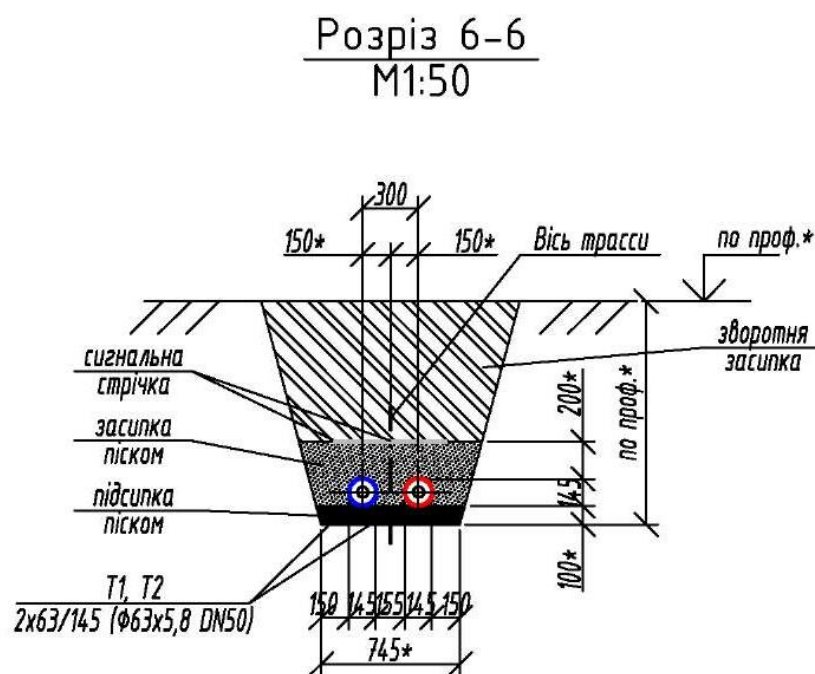
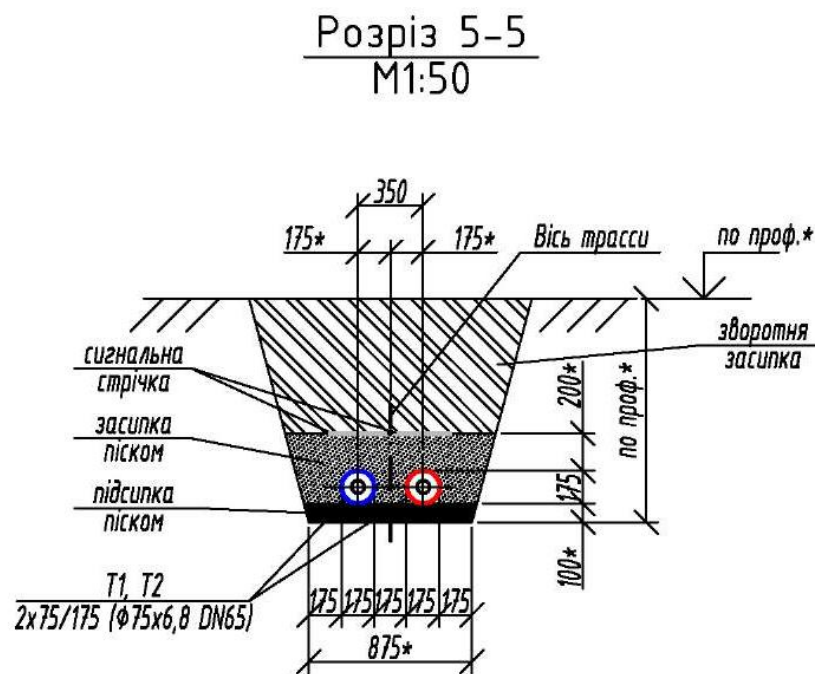
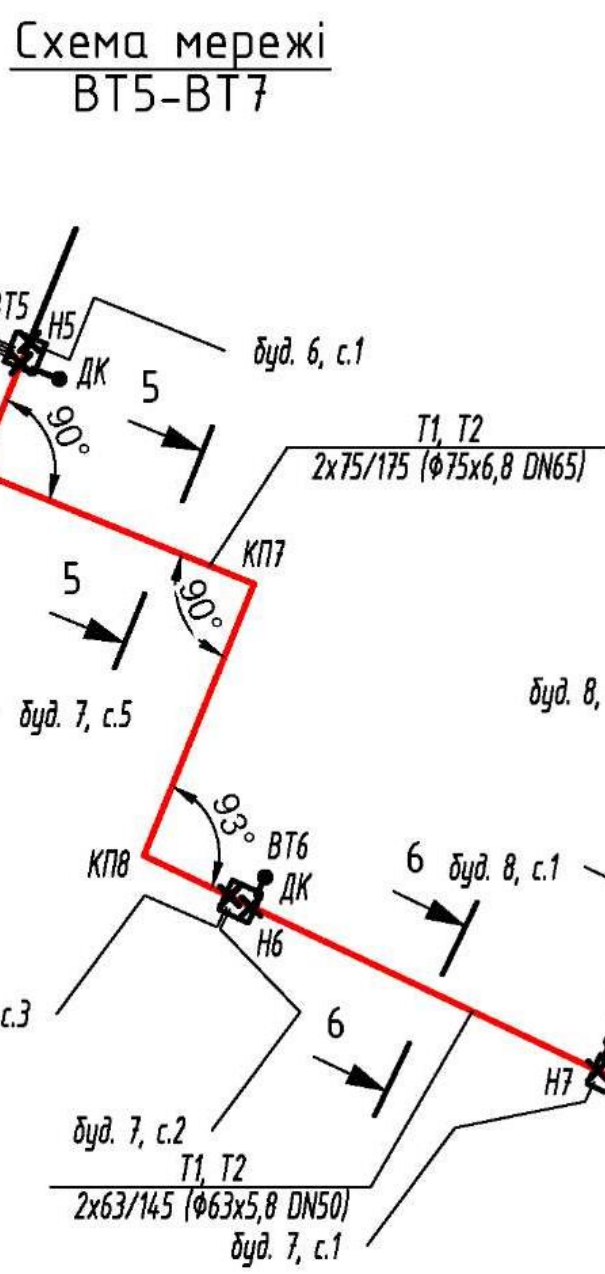
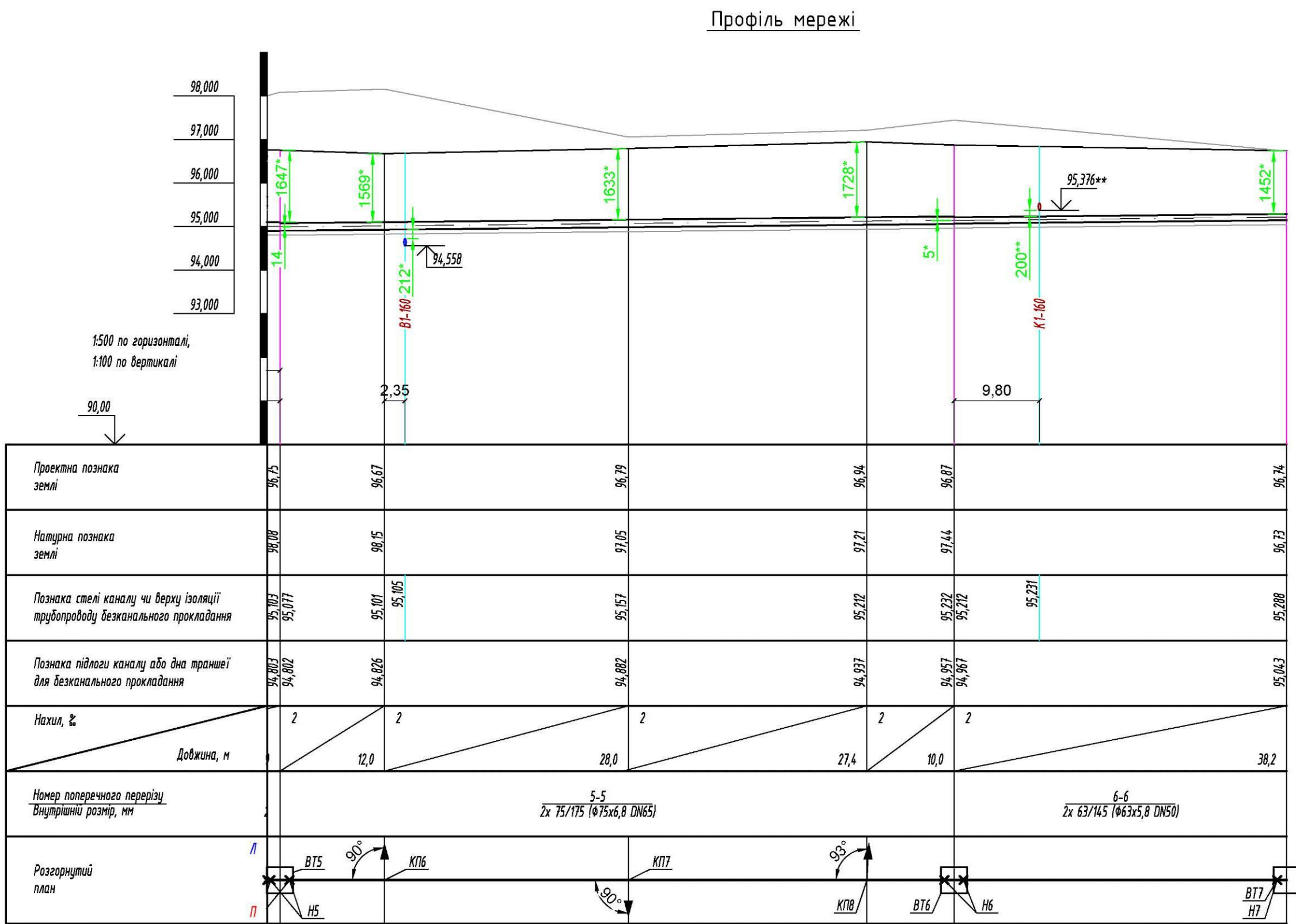


Профіль розподільчих мереж. Схеми мереж. Розрізи Ділянка від Кот.1, ВТ1 до ВТ8

						НУВГП ТГВ 03-02-367704 МР			
						Енергоефективні рішення під час будівництва теплових мереж на прикладі житлового масиву			
Зм.	Кітв.	Арх.	Н.д.ж.	Піп.	Дата		Сталів	Ариуш	Ариушів
Зах. каф.	Кіссес М.Д.					Теплові мережі	МР		
Майстрани	Омельченко С.Д.								
Н. комп.	Кіссес М.Д.					Профілі розподільчих систем. Схеми мереж. Розрізи Ділянка від Кот.1, ВТ1 до ВТ3. Розрізи Ділянка від Кот.1, ВТ1 до ВТ8	НУВГП ННІБА ТГВ-51М		
Кер. роб.	Новак О.С.								

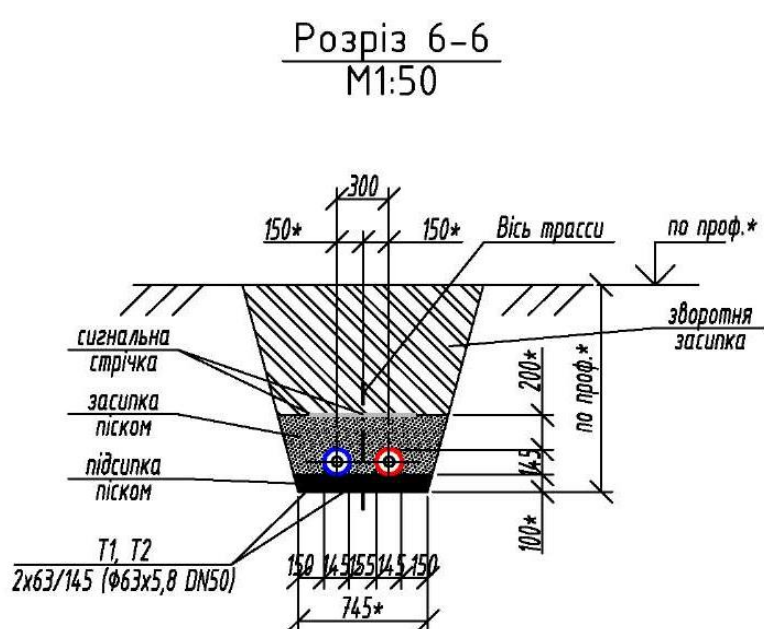
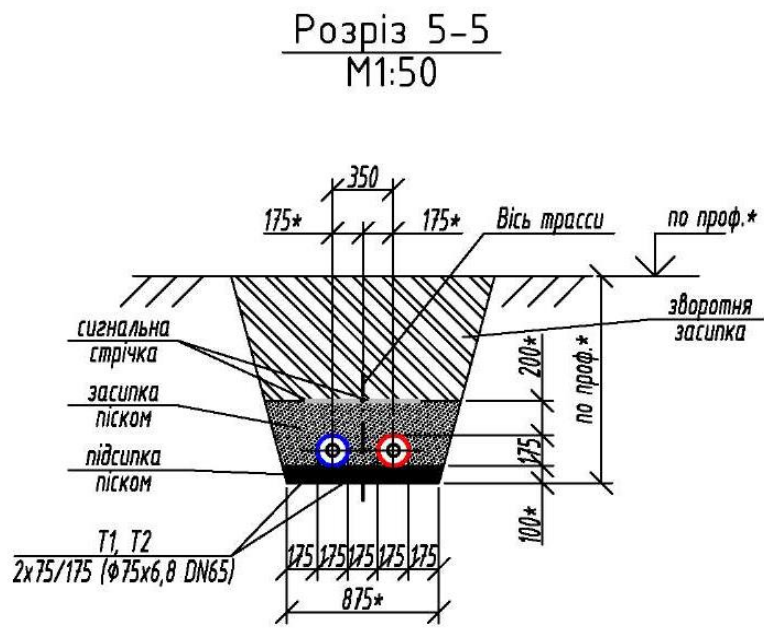
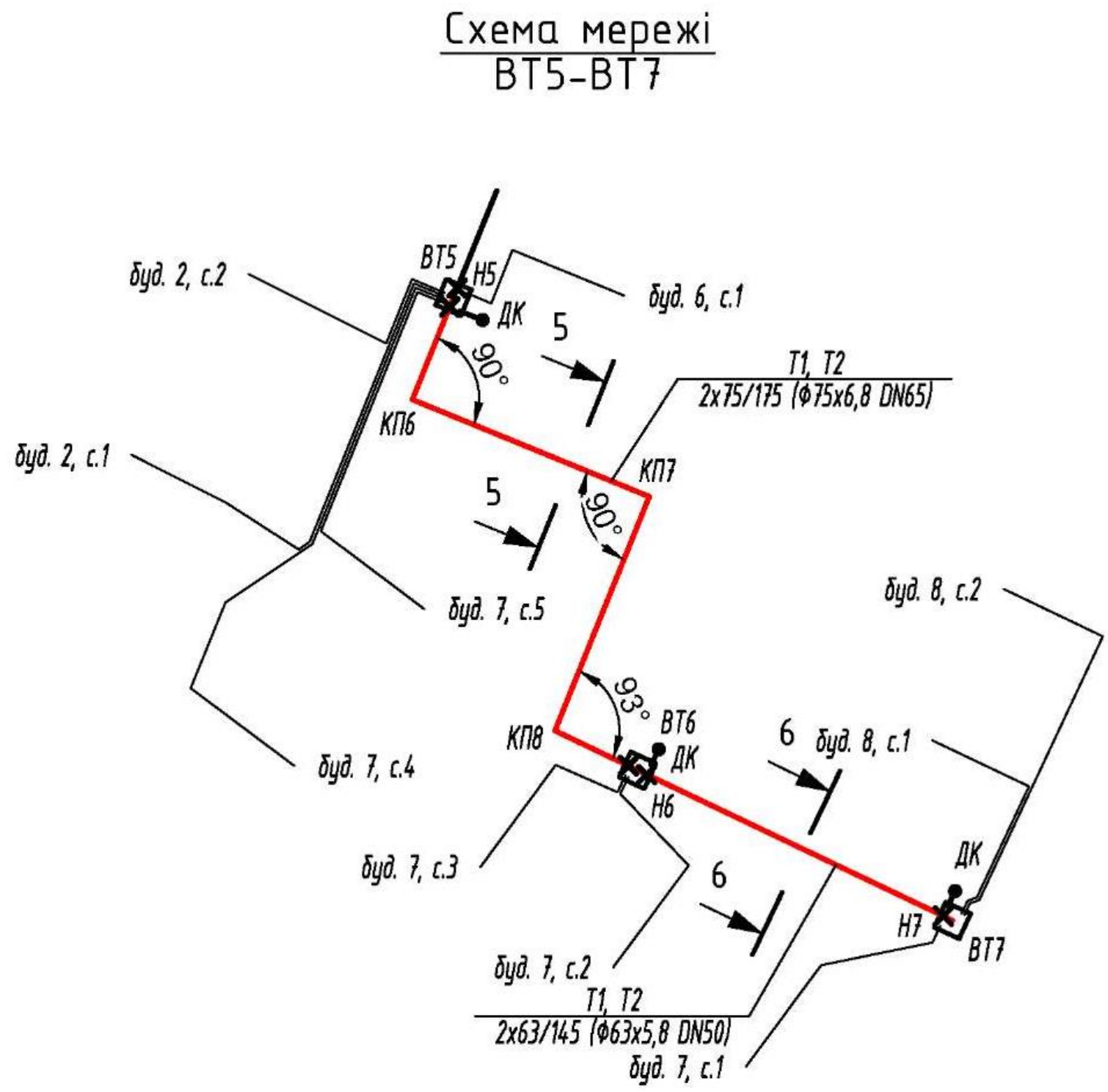
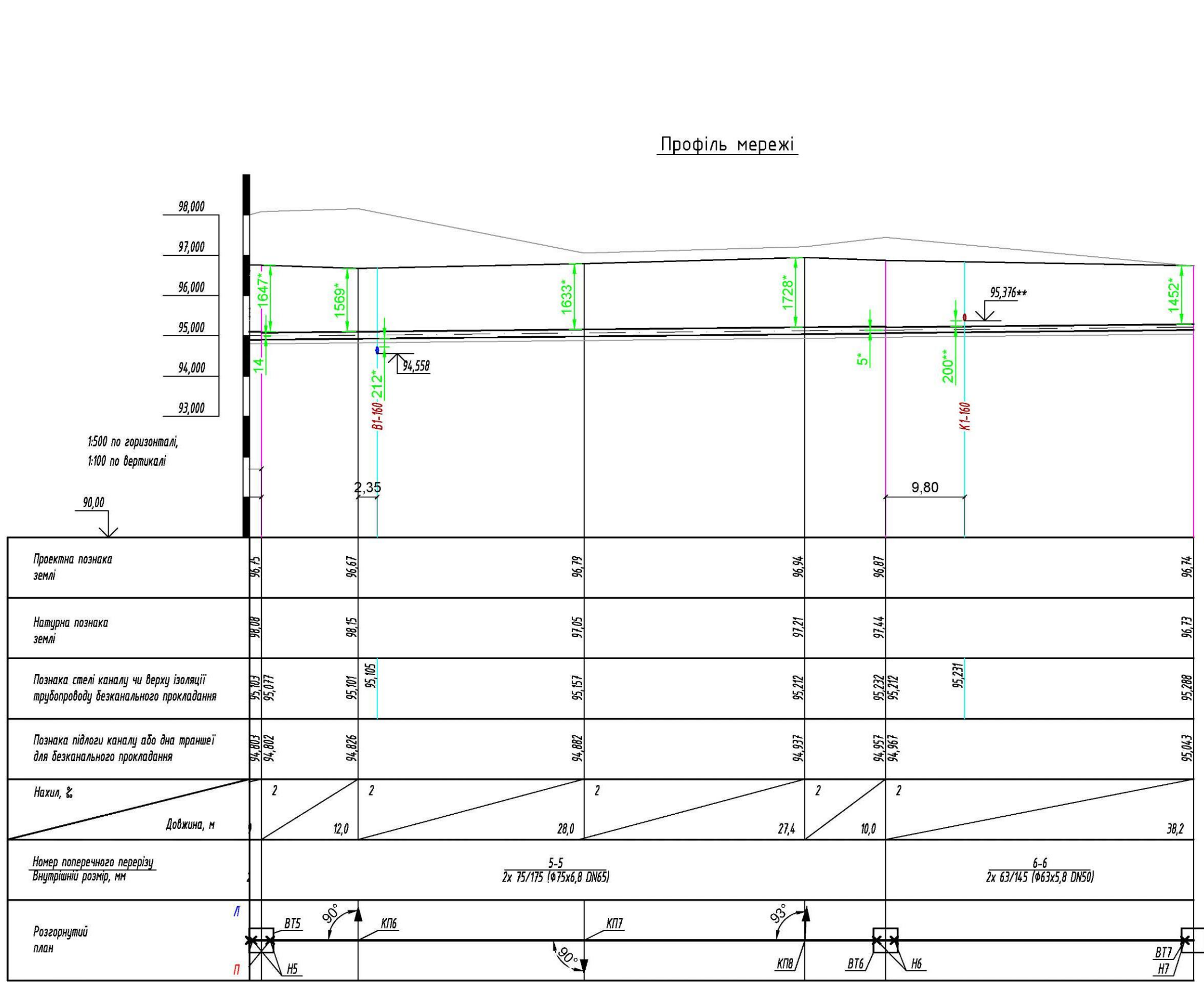


Профіль розподільчих мереж Схеми мереж.
ка від BT3 до BT5

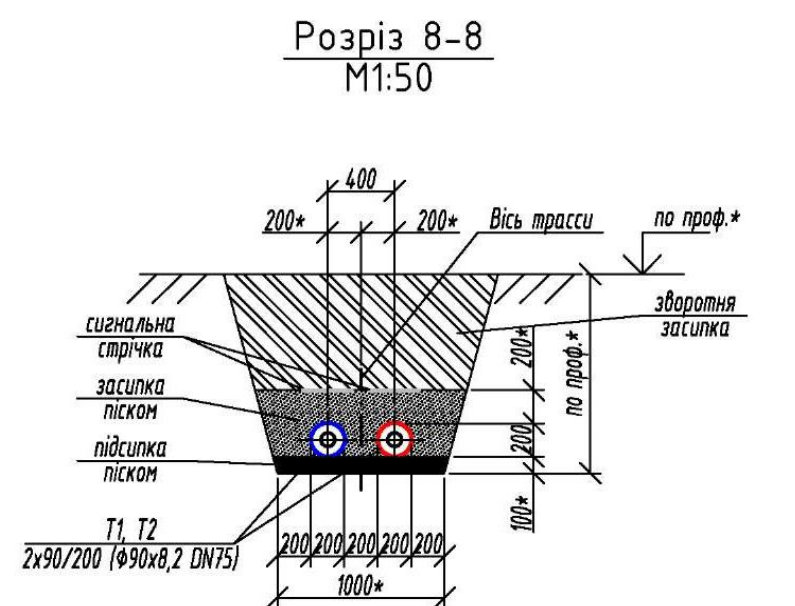
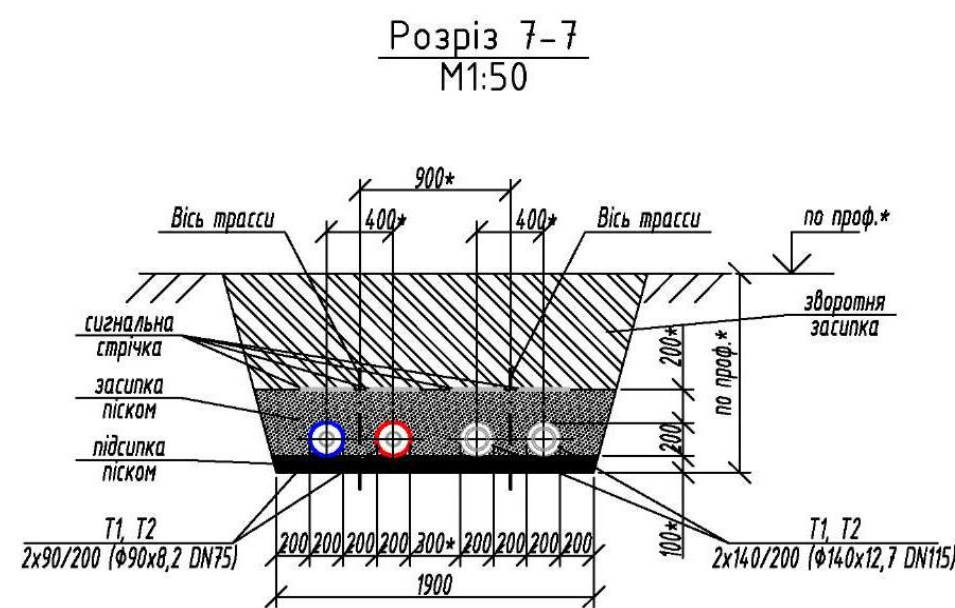
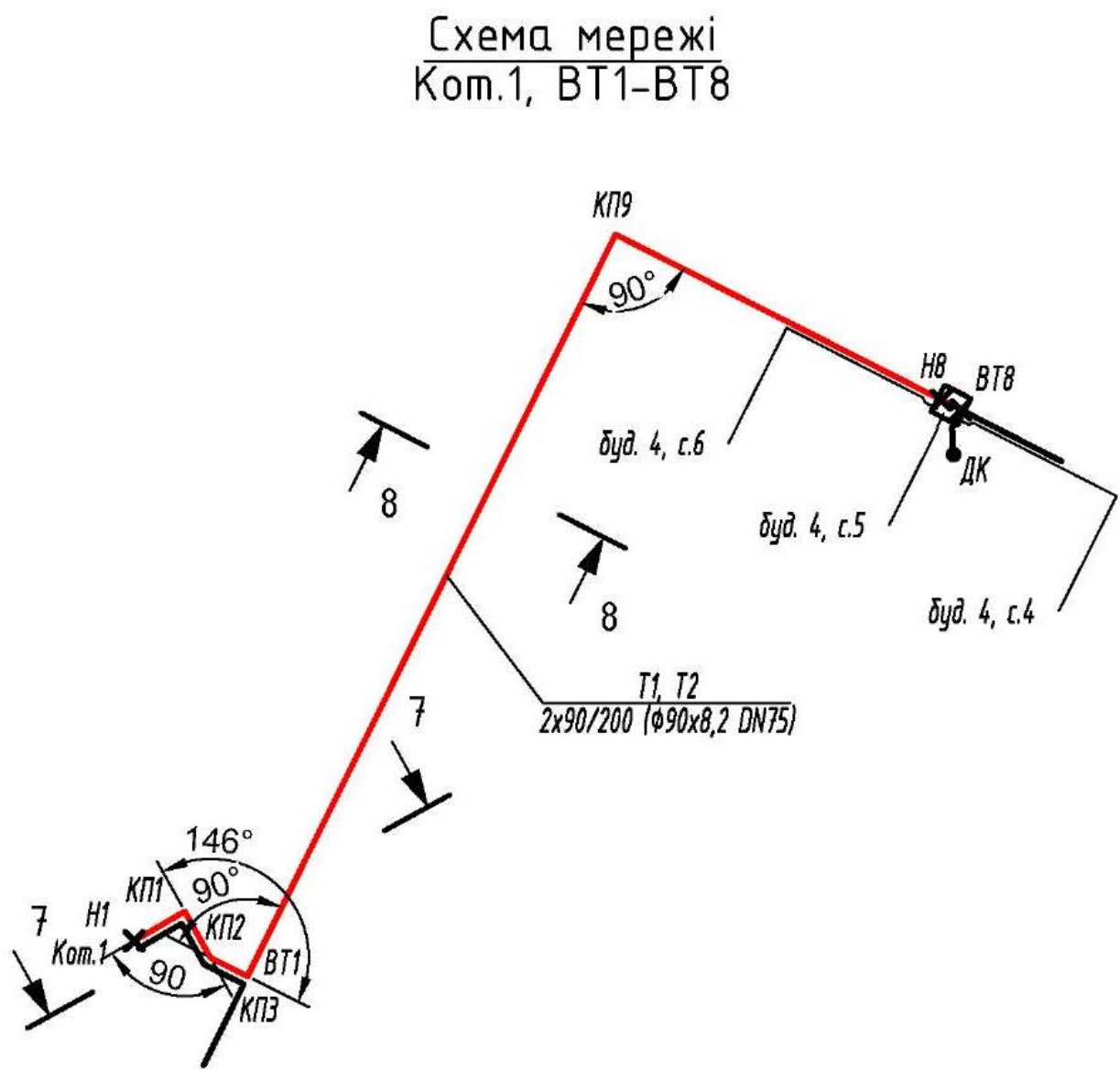
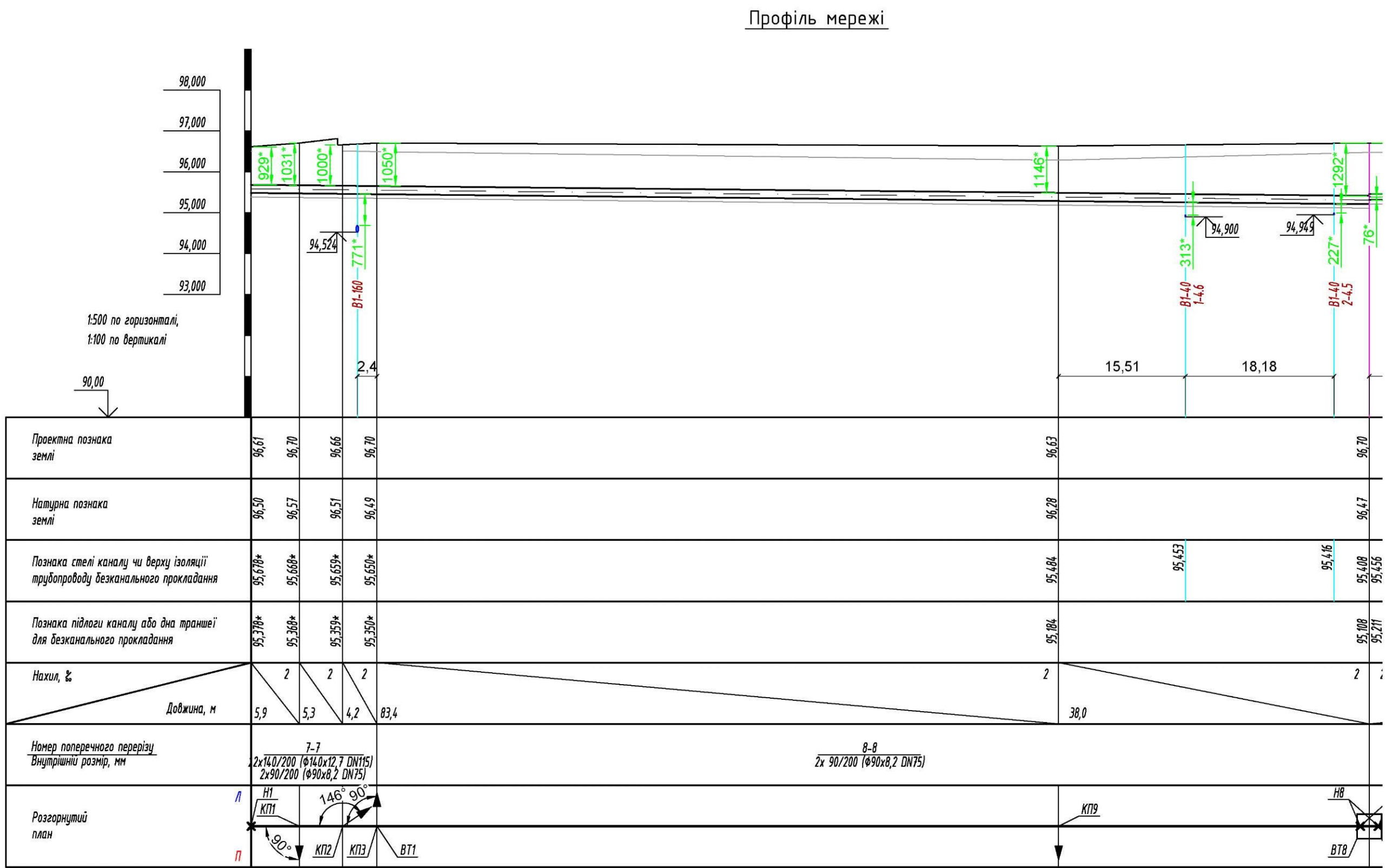


Профіль розподільчих мереж. Схеми мереж.
Розрізи Ділянка від BT5 до BT7

						НУВГП ПТВ 03-02-367704 МР			
						Енергоефективні рішення під час будівництва теплових мереж на прикладі житлового масиву			
Зм.	Кітв.	Арх.	№ док.	Плп.	Дата	Теплові мережі	Сталля	Архив	Архивув
Зав. каф.	Кітвее М.Д.						МР		
Магістрант	Омельченко С.П.					Профілі розподільчих систем. Схеми мереж. Розрізи Ділянка від ВТ3 до ВТ5. Розрізи Ділянка від ВТ5 до ВТ7	НУВГП ІННБА ПТВ-51М		
Н. контр.	Кітвее М.Д.								
Кер. роб.	Новак О.С.								

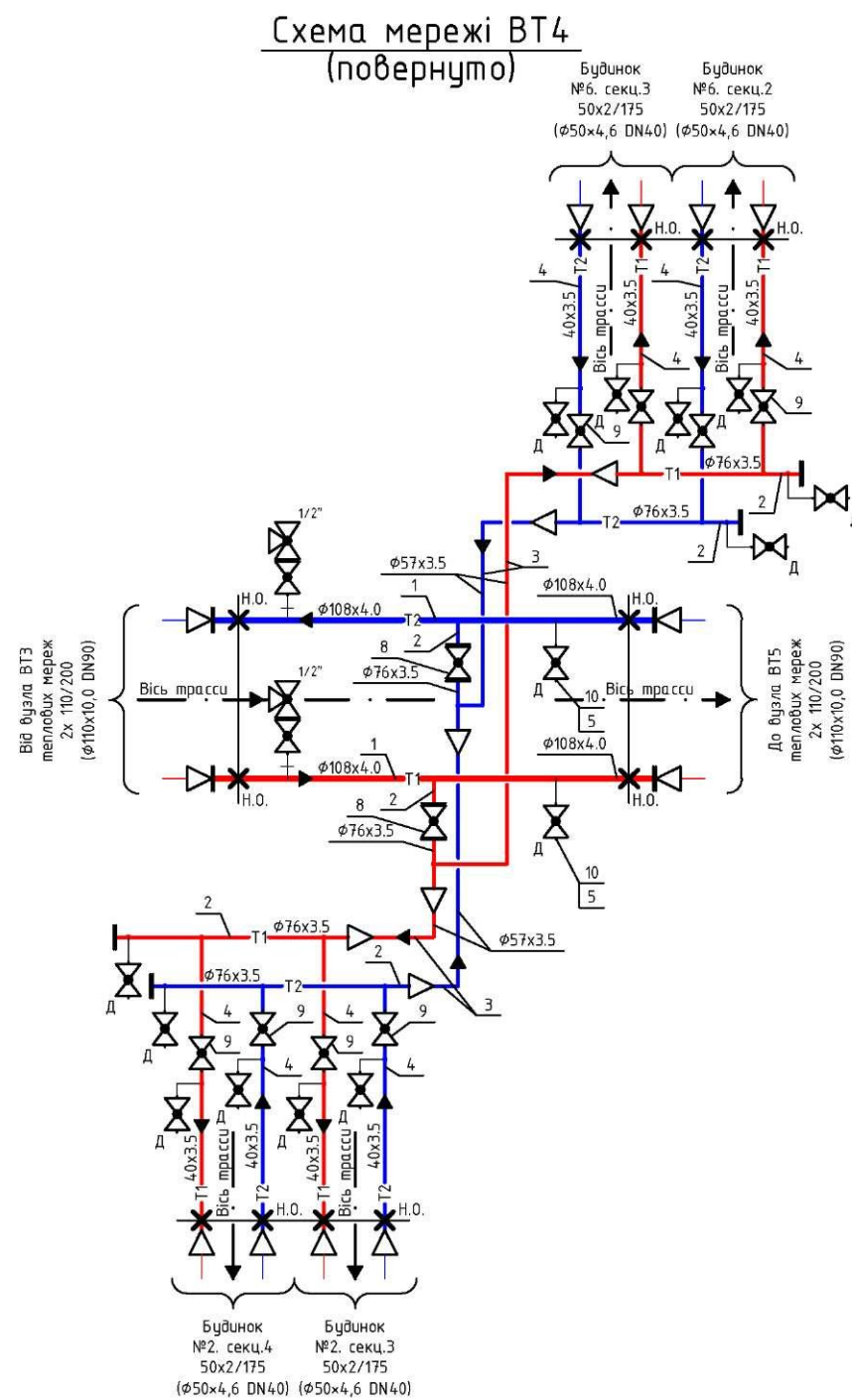
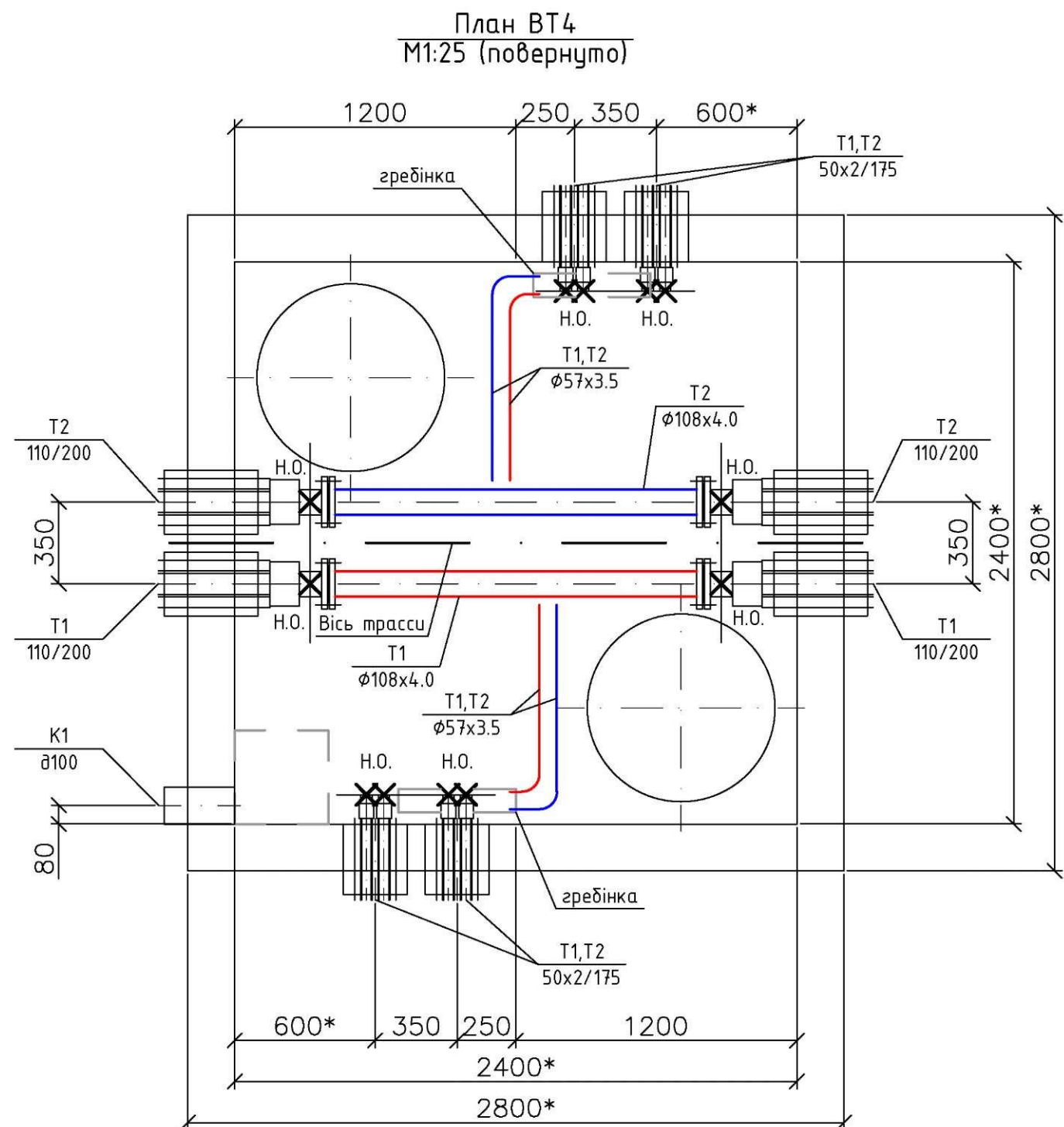
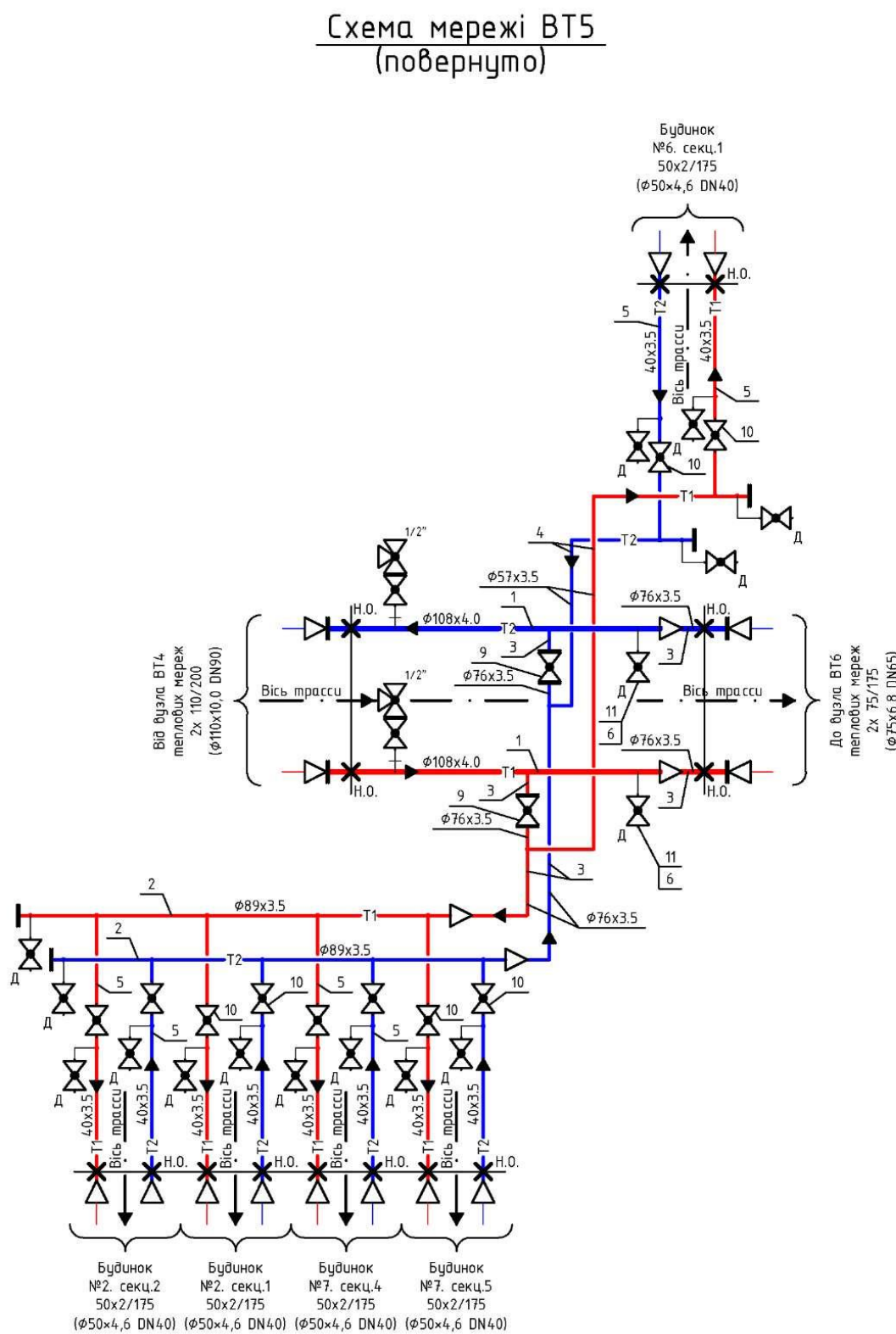
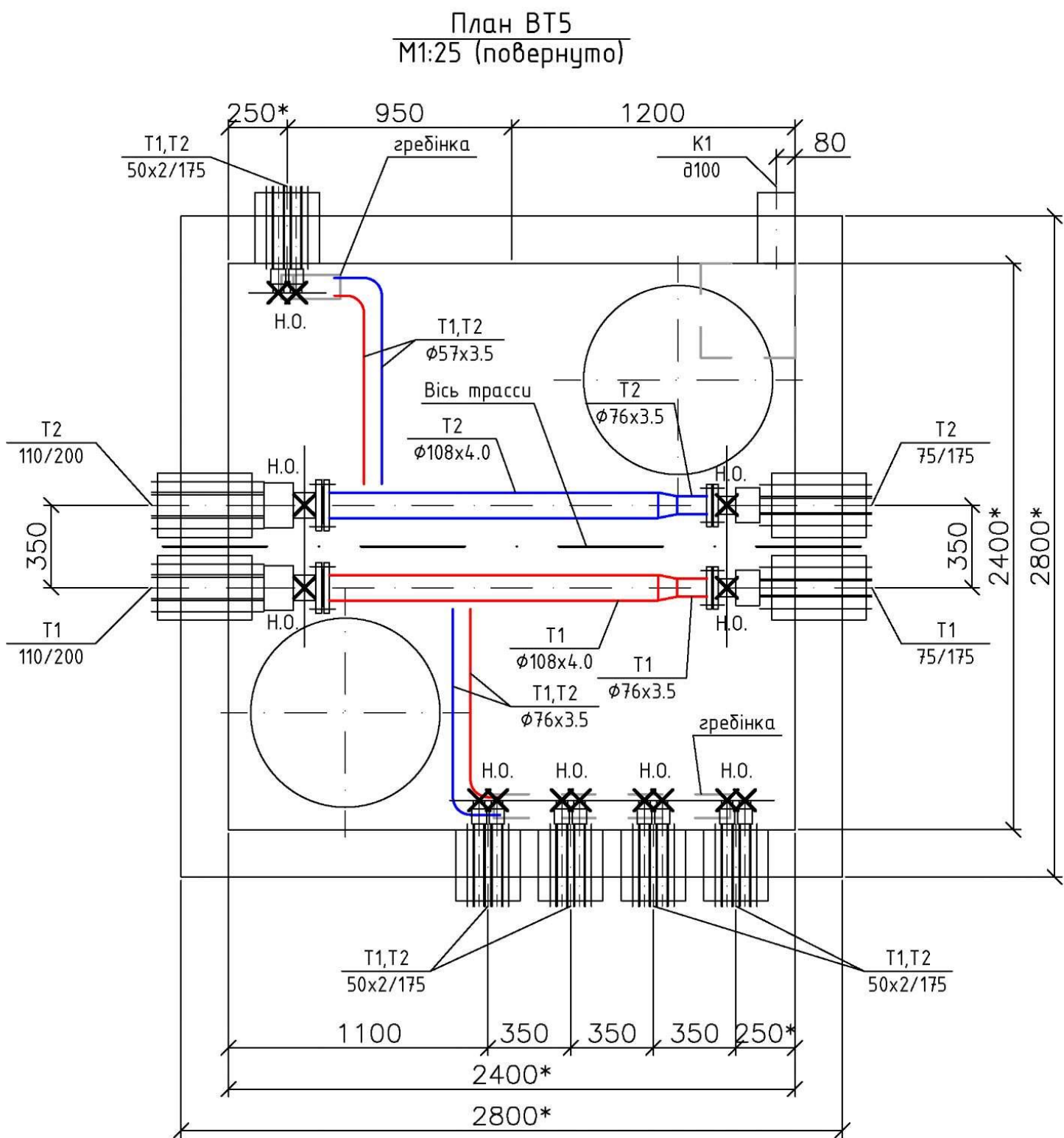


Профіль розподільчих мереж. Схеми мереж.
Розрізи Ділянка від BT3 до BT11



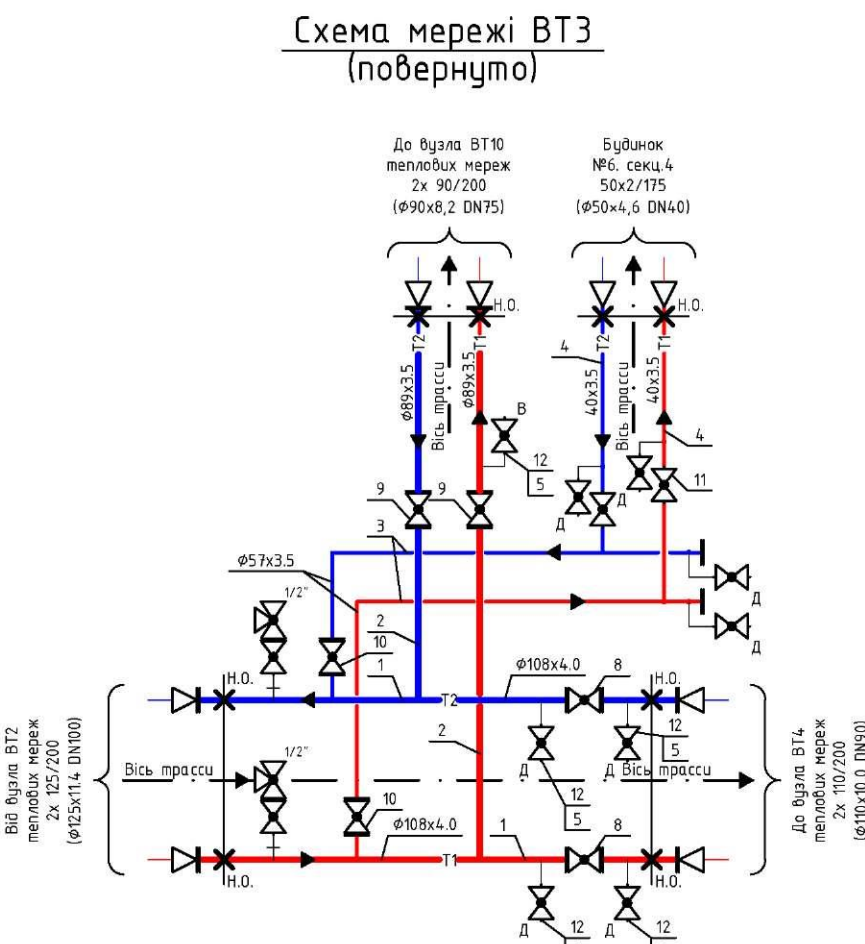
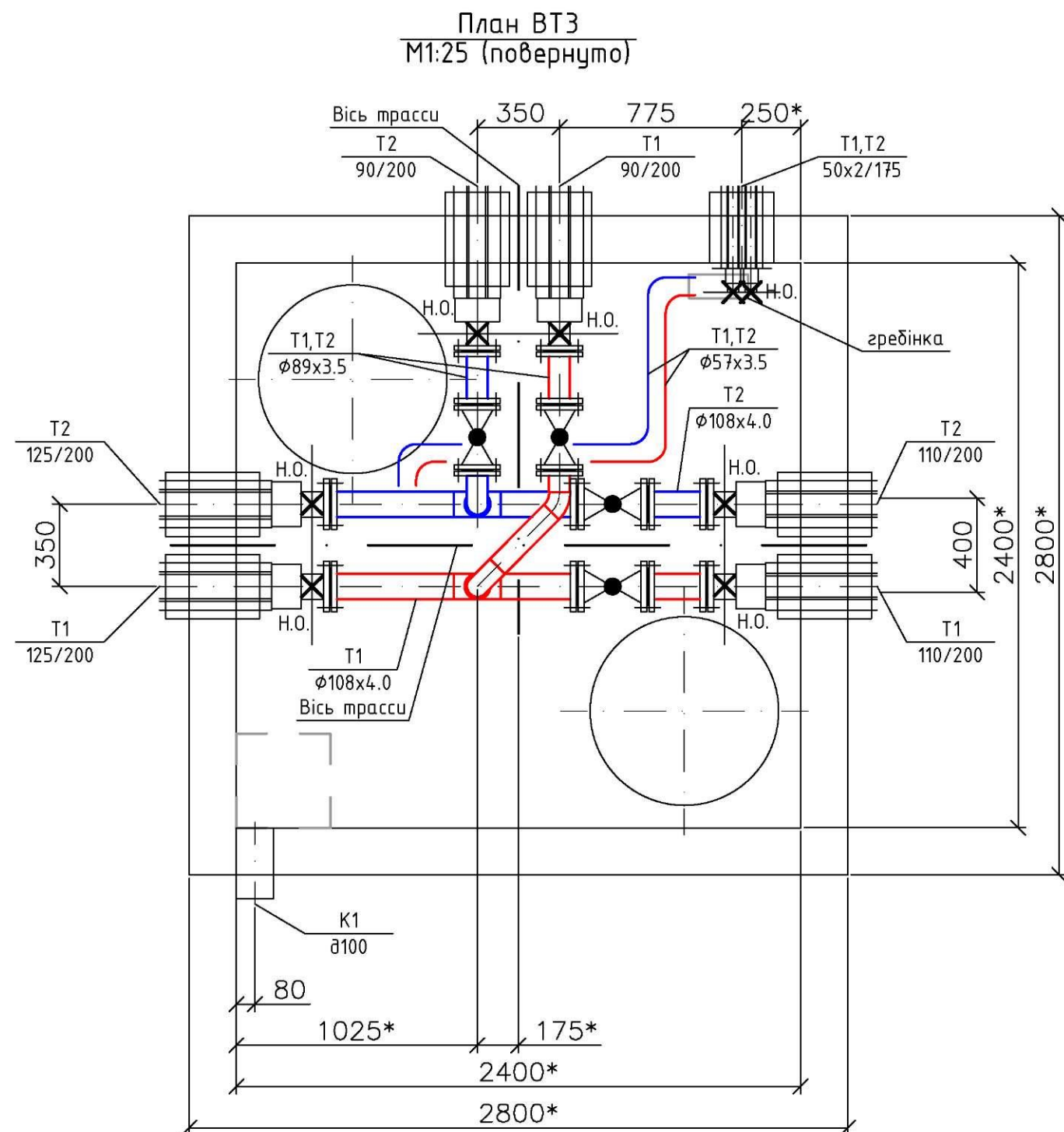
Профіль розподільчих мереж. Схеми мереж.
Розрізи Ділянка від BT1 до BT8

НУВГП ТГВ 03-02-367704 МР					
Енергоєфективні рішення під час будівництва теплових мереж на прикладі житлового масиву					
Зм.	Кавк.	Арк.	№ дж.	Плп.	Джп.
Зав. каф.	Кізеєв М.Д.	Магістр	Омельченко С.П.	Теплові мережі	
Н. контр.	Кізеєв М.Д.	Профілі розподільчих систем. Схеми мереж. Розрізи Ділянка від BT3 до BT11. Розрізи Ділянка від BT1 до BT8.		МР	Архуш
Кер. роб.	Новицька О.С.	НУВГП ННІБА ТГВ-51М			



1. Лист розглядати разом з арк. 2, 3, 4.
2. * - Розмір для справок, уточнюється на монтажі.
3. Трубопровід теплової мережі прокладається "змійкою". Необхідний запас матеріалу врахований специфікацією.
4. Нумерація розрізів, нерухомих опор, кутів повороту та інш. умовно прив'язані до даної гілки траси (відагалуження).
5. Кожен перехід РЕХ-сталь (або безпосередньо біля нього на сталевому трубопроводі) повинен бути закріплений нерухомою опорою (Н.О.), вимога виробника трубопровідної системи.
6. Трубопроводи ду65 і менш прокладати та кріпити по місцю. Арматуру розташовувати у місцях зручних для обслуговування.

План ВТ5. Схеми мереж. ПРОФІЛЬ МЕРЕЖ Розріз.



1. Лист розглядати разом з арк. 2, 3, 4.
2. * - Розмір для справок, уточнюється на монтажі.
3. Трубопровід теплової мережі прокладається "змійкою". Необхідний запас матеріалу врахований специфікацією.
4. Нумерація розрізів, нерухомих опор, кутів повороту та інш. умовно прив'язані до даної гілки траси (відагалуження).
5. Кожен перехід РЕХ-сталь (або безпосередньо біля нього на сталевому трубопроводі) повинен бути закріплений нерухомою опорою (Н.О.), вимога виробника трубопровідної системи.
6. Трубопроводи ду65 і менш прокладати та кріпити по місцю. Арматуру розташовувати у місцях зручних для обслуговування.

План ВТ3. Схеми мереж. ПРОФІЛЬ МЕРЕЖ Розріз.

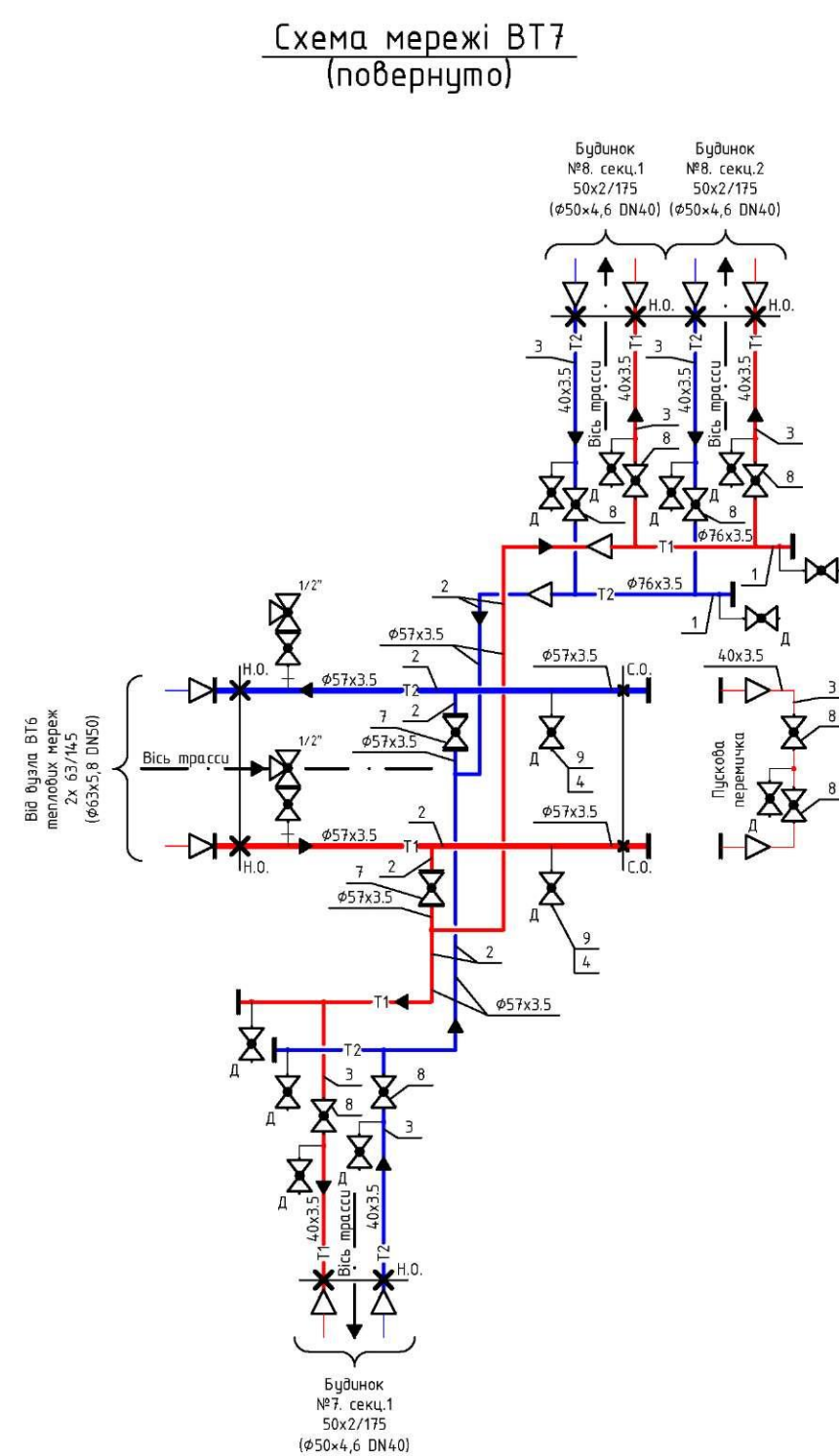
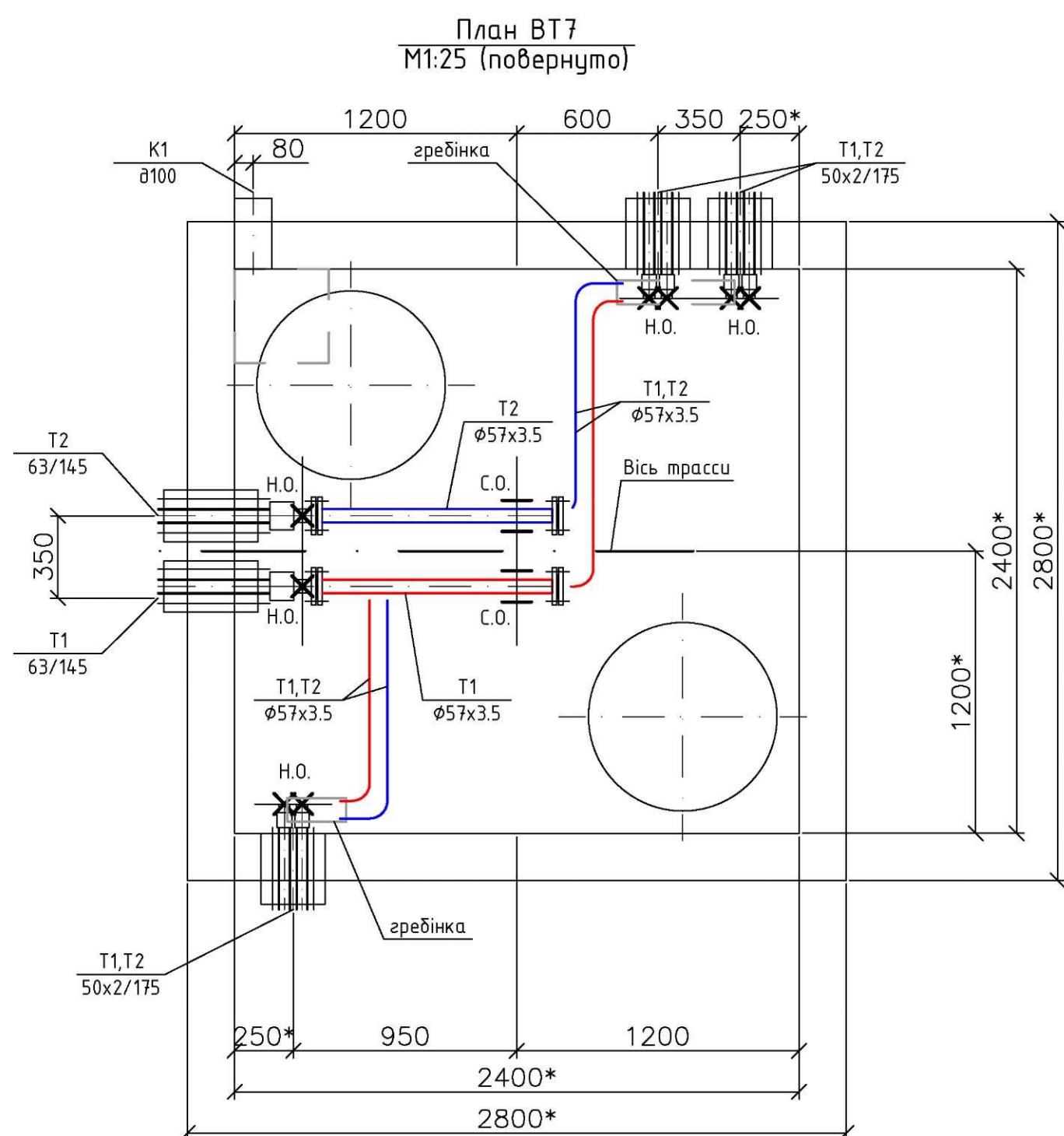
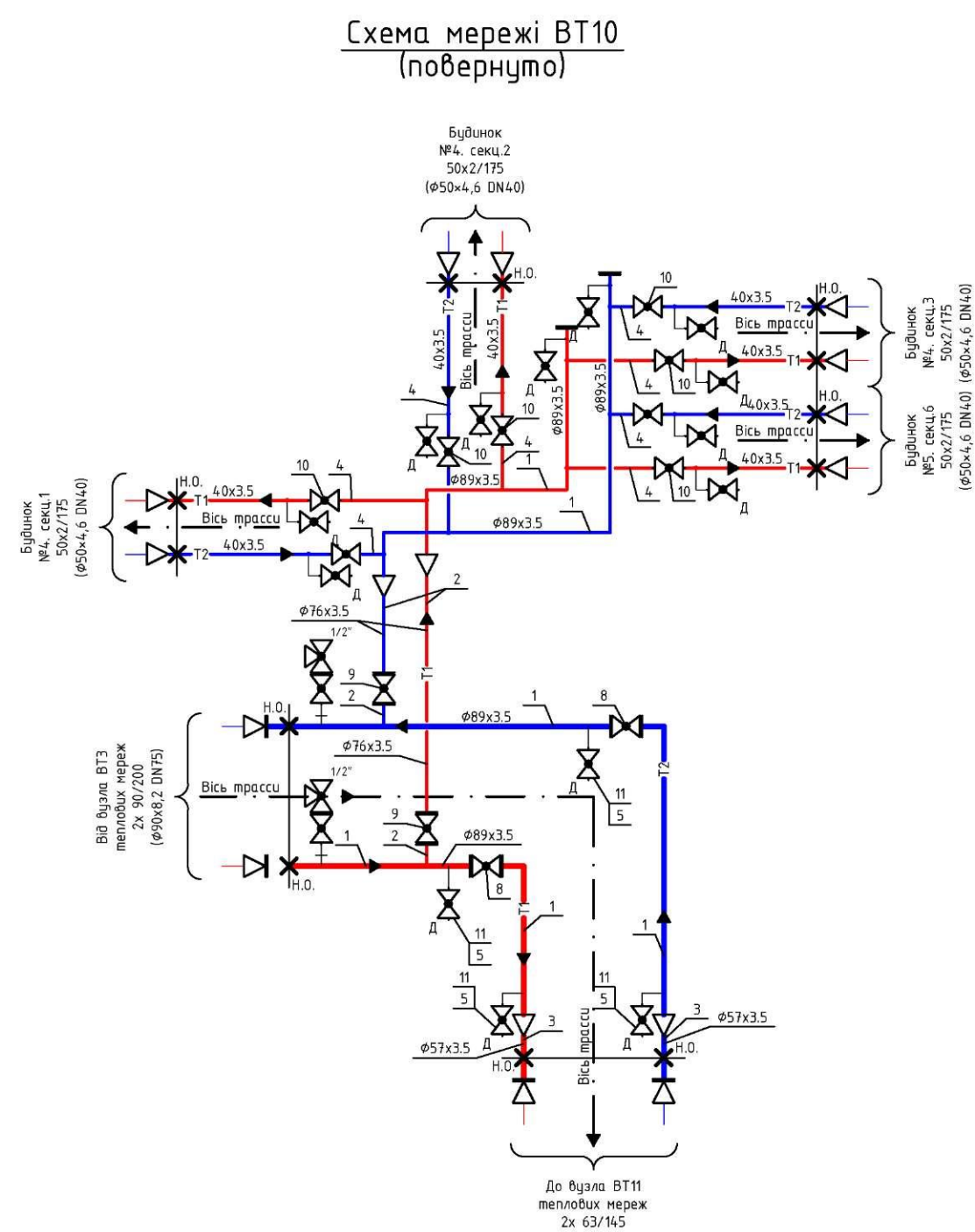
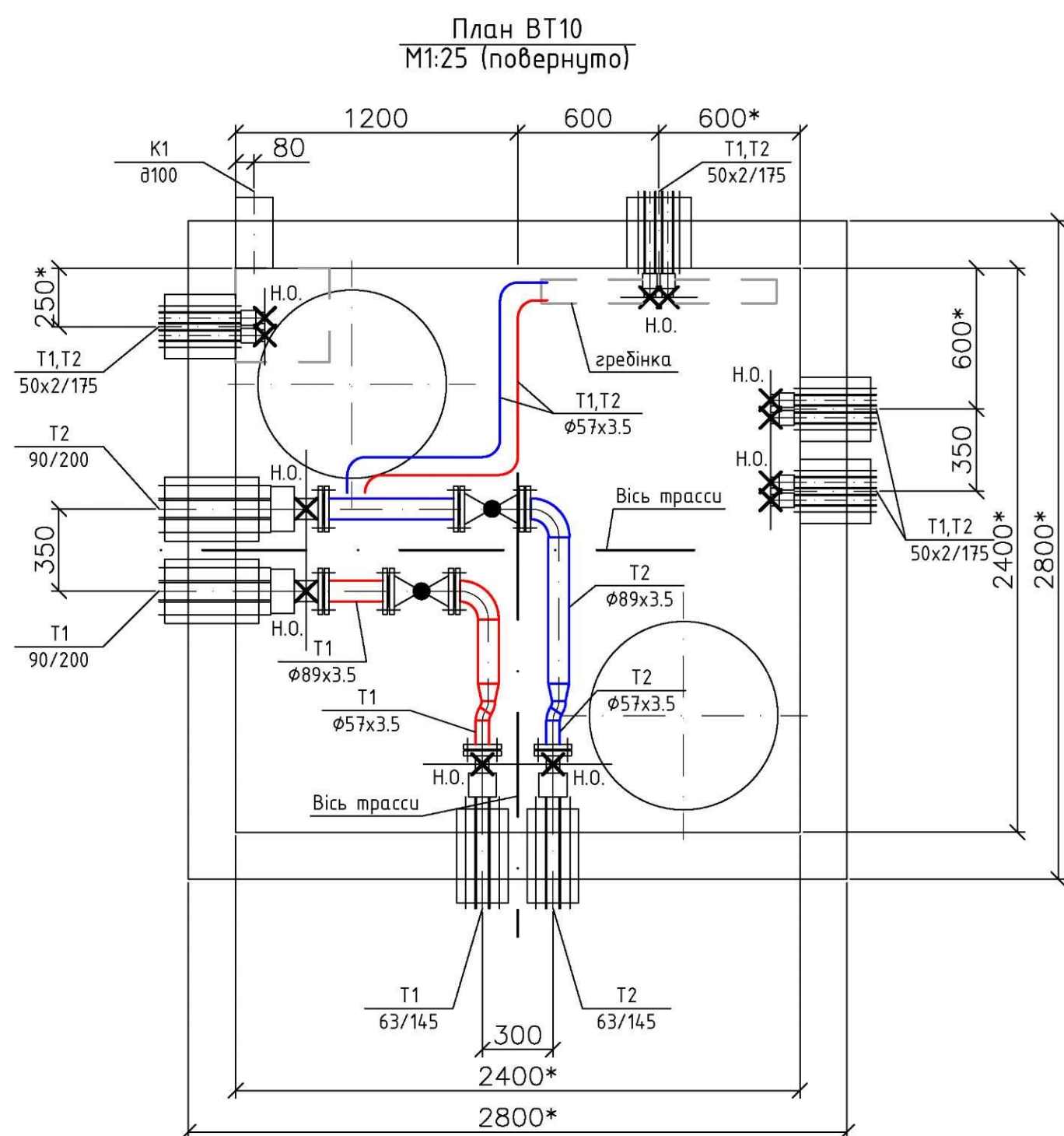
1. Лист розглядати разом з арк. 2, 3, 4.
2. * - Розмір для справок, уточнюється на монтажі.
3. Трубопровід теплової мережі прокладається "змійкою". Необхідний запас матеріалу врахований специфікацією.
4. Нумерація розрізів, нерухомих опор, кутів повороту та інш. умовно прив'язані до даної гілки траси (відагалуження).
5. Кожен перехід РЕХ-сталь (або безпосередньо біля нього на сталевому трубопроводі) повинен бути закріплений нерухомою опорою (Н.О.), вимога виробника трубопровідної системи.
6. Трубопроводи ду65 і менш прокладати та кріпити по місцю. Арматуру розташовувати у місцях зручних для обслуговування.

План ВТ4. Схеми мереж. ПРОФІЛЬ МЕРЕЖ Розріз.

Специфікація трубопроводів

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од.кг	Примітка
Трубопроводи Т1, Т2					
1		Труба $\phi 108 \times 4,0$ ГОСТ 8732-78 Ст20 ГОСТ 8731-74	5	10.26	м
2		Труба $\phi 89 \times 3,5$ ГОСТ 8732-78 Ст20 ГОСТ 8731-74	4	7.38	м
3		Труба $\phi 57 \times 3,5$ ГОСТ 8732-78 Ст20 ГОСТ 8731-74	10	4.62	м
4		Труба $40 \times 3,5$ ГОСТ 3262-75	3	4.84	м
5		Труба $32 \times 3,2$ ГОСТ 3262-75	2	3.09	м
6		Труба $20 \times 2,8$ ГОСТ 3262-75	1	1.66	м
7		Труба $15 \times 2,7$ ГОСТ 3262-75	1	1.28	м
8	11с38п	Кран сталевий кульбовий повнопрохідний, фланцевий DN100/100, PN25, T140, kvs830	2	24.4	шт
9	11с38п	Кран сталевий кульбовий повнопрохідний, фланцевий DN80/80, PN25, T140, kvs470	2	17.0	шт
10	11с38п	Кран сталевий кульбовий повнопрохідний, фланцевий DN50/50, PN40, T100, kvs180	2	9.2	шт
11	11с39п	Кран сталевий кульбовий повнопрохідний, внутр. різьба DN40/40, PN25, T140, kvs103	2	1.8	шт
12	11с39п	Кран сталевий кульбовий повнопрохідний, внутр. різьба DN32/32, PN25, T140, kvs65	5	1.6	шт
13	11с39п	Кран сталевий кульбовий повнопрохідний, внутр. різьба DN20/20, PN25, T140, kvs25	4	0.9	шт

						НУВГП ТГВ 03-02-367704 МР		
						Енергоэффективні рішення під час будівництва теплових мереж на прикладі житлового масиву		
Зм.	Київ.	Арх.	Н.д.ж.	П.п.ш.	Дата	Теплові мережі	Станд.	Арх.ш.
Зав. каф.	Кісєєв М.Д.						МР	Арх.ш.
Магістрант	Омельченко С.П.							
Н. констр.	Кісєєв М.Д.							
Кер. роб.	Новак О.С.					Профіль розподільчих мереж. Схеми мереж. Розрізи. Ділянка від Кот.1, ВТ1 до ВТ8. Розрізи. Ділянка від Кот.1, ВТ1 до ВТ3		НУВГП ННІБА ТГВ-51М

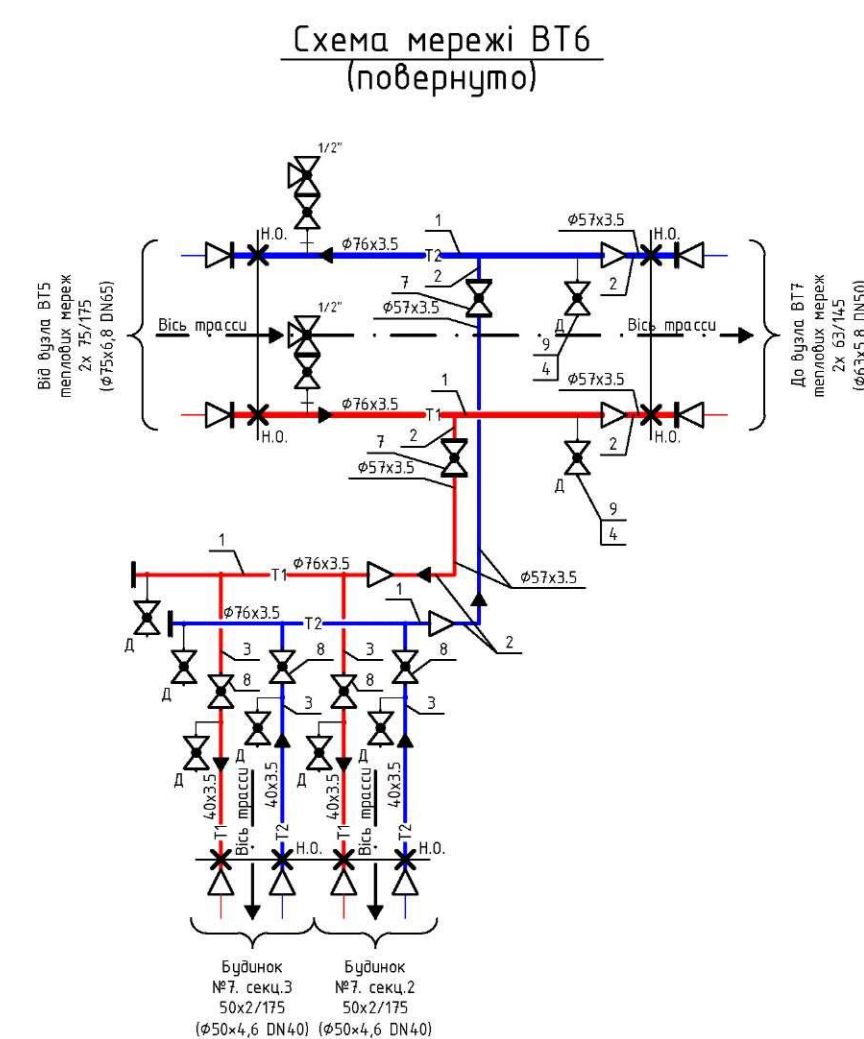
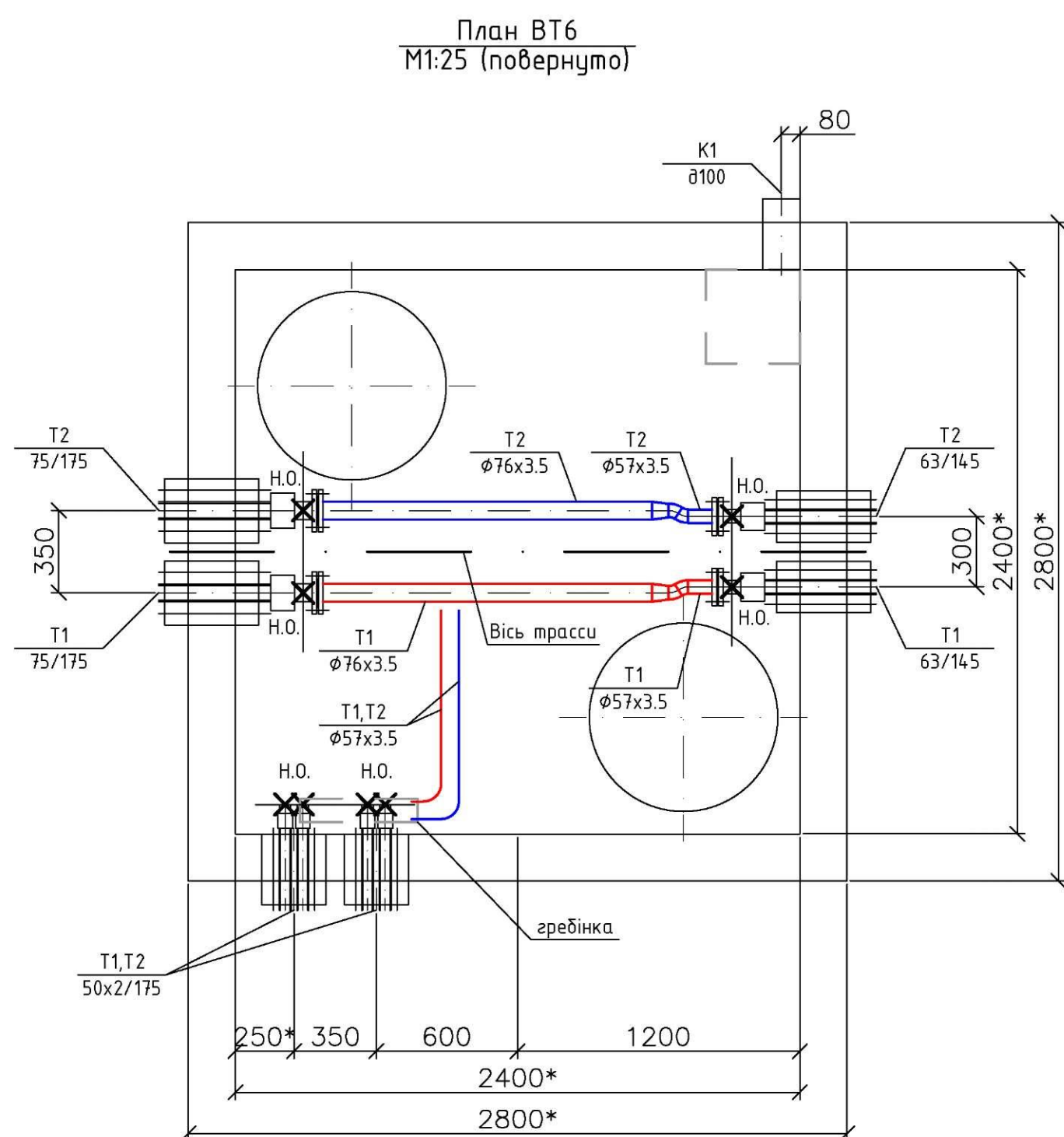


План ВТ10. Схеми мереж.
ПРОФІЛЬ МЕРЕЖ
Розріз.

1. Лист розкладати разом з арк. 2, 3, 4.
2. * – Розмір для справок, уточнюється на монтажі.
3. Трубопрвід теплової мережі прокладається "зміюшкою". Необхідний запас матеріалу враховувати за специфікацією.
4. Нумерація розвізів, нерухомих опор, кутів повороту та інш. увною призначена до даної гілки траси (відгалуження).
5. Конт. термостат РЕХ-спаль (таб. 10.1, виготовляється для нього на сталевому трубопрвіді) повинен бути закріплений на трубопрвіді (опорі (10.1), виготовляється для нього на сталевому трубопрвіді) системи.
6. Трубопрводи діабс і менш прокладати та кріпити по місцях. Арматуру розташовувати у місцях зручних для обслуговування.

План ВТ7 Схеми мереж.
ПРОФІЛЬ МЕРЕЖ
Розріз.

1. Лист розсіяти разом з орк. 2, 3, 4.
2. * – Розмір для справок, уточнюється на монтажі.
3. Трубопрвід теплової мережі прокладається "зміюшкою". Необхідний запас матеріалу вихаробаних специфікацією.
4. Німмерова розрізів, нерухомих орк, кутів повороту на місц. ухбно прізвани до даной діляк трасси (відважжених).
5. Кожний трубопрвід РЕХ-сталь (тако безпосередньо від нього на сталевому трубопрвіді) повинен буть закріплений нерухомо орк (Н.О.) високою виробника трубопрвідної системи.
6. Трубопрводи діабс і менш прокладають на кріпильні по місце. Арматуру розташовувати у місцях зручних для обслуговування.

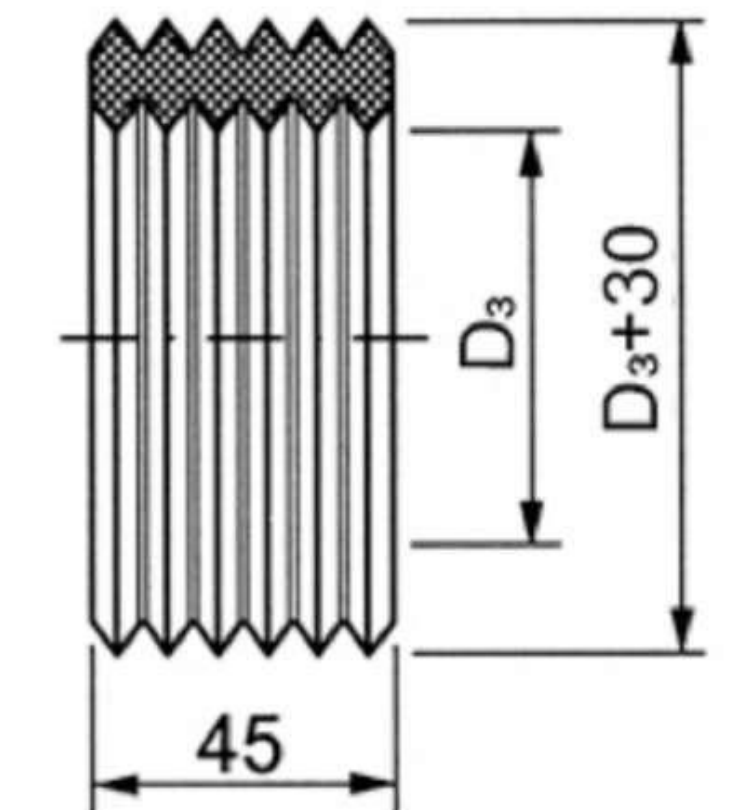
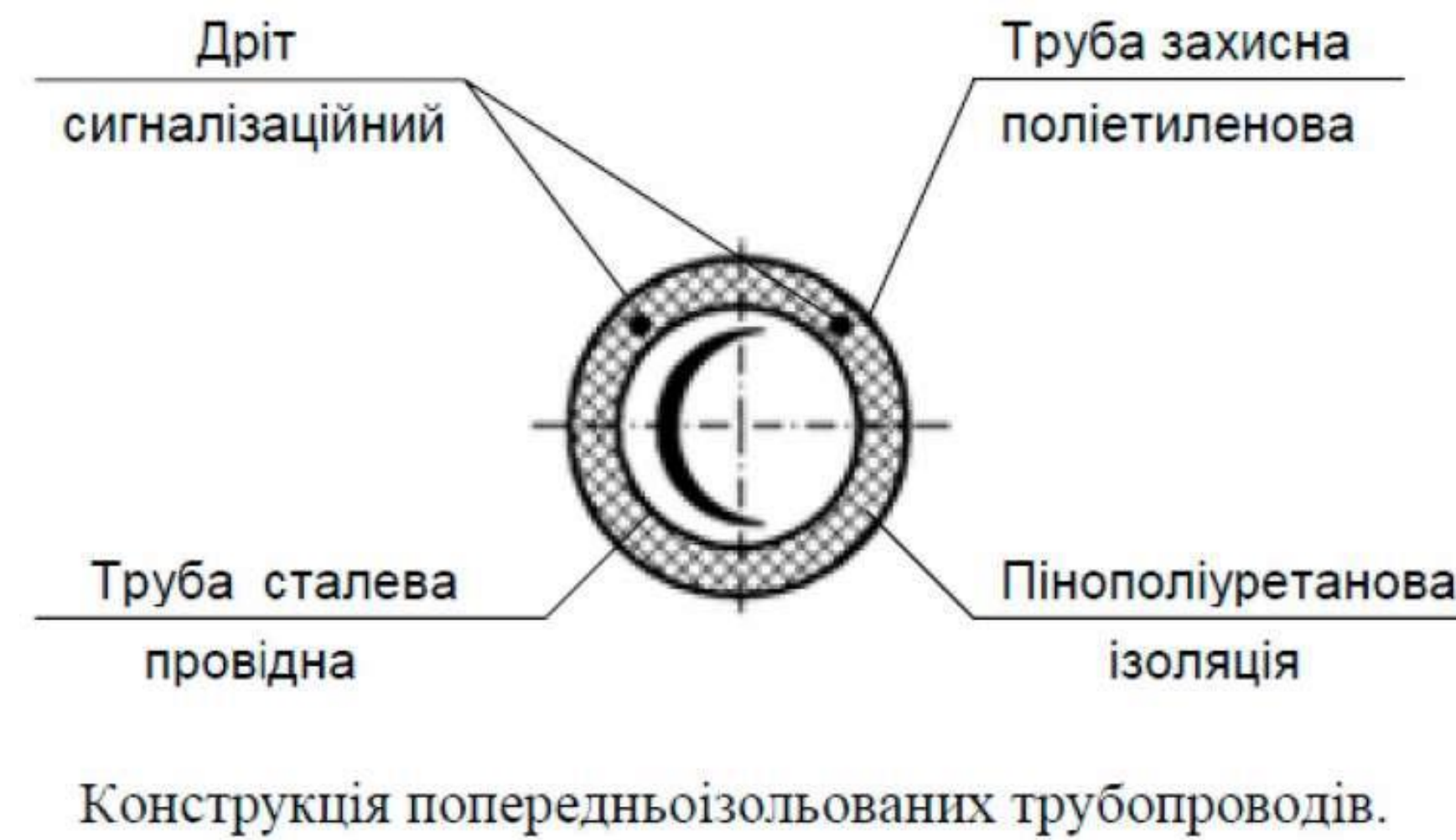


План ВТ6 Схеми мереж.
ПРОФІЛЬ МЕРЕЖ
Розріз.

1. Лист розділяти разом з арк. 2, 3, 4.
2. * - Розмір для справок, уточнюється на монтажі.
3. Трубопрвід теплої мережі прокладається "зніжкою". Необхідний запас матеріалу врахований специфікацією.
4. Нумерація розрізів, нерухомих опор, кутів повороту та інш. умовно призначі до даної діляки траси (відслуживання).
5. Ковчезотіріт РЕХ-сталь (таб. 10) вивозиться для нього на сталевому трубопрвіді повинен бути закріплений нерухомих опорів (Н.О.), високого виробництва трубопрвідної системи.
6. Трубопрвід діабс і менш прокладається та кріпиться по місцях. Арматуру розташовувати у місцях зручних для обслуговування.

Специфікація трубопроводів					
Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од.кг	Примітка
14	11с39п	Кран сталевий кульовий повнопрохідний, внутр. різьба	2	0.8	шт
		DN15/15, PN25, T140, kvs14			
15	11δ18δк вик.1	Кран латуний кульовий триходовий з фланцем, внутр. різьба	2	0.1	шт
		1/2" (M20x1,5/G1/2), PN16, T140			
16		З'єднувач для приєднання дренажного шлангу 1 1/4"-32	5	0.1	шт
17		З'єднувач для приєднання дренажного шлангу 3/4"-20	4	0.1	шт
18		Нерухома опора хомута DN100	4	-	шт
19		Нерухома опора хомута DN80	2	-	шт
20		Нерухома опора хомута DN40	2	-	шт
21	57-63 M8	Хомут сталевий зі вкладишем EPDM DN50	6	-	шт
22	44-49 M8	Хомут сталевий зі вкладишем EPDM DN40	2	-	шт
23	PEX-A - сталь SDR11	Фітінг зажимний під зварювання 125x11,4 - 114 (встановлення фланця)	2	-	шт
24	PEX-A - сталь SDR11	Фітінг зажимний під зварювання 110x10,0 - 110 (встановлення фланця)	2	-	шт
25	PEX-A - сталь SDR11	Фітінг зажимний під зварювання 90x8,2 - 89 (встановлення фланця)	2	-	шт
26	PEX-A - сталь SDR11	Фітінг зажимний різьбовий 50x4,6 - 1 1/2"	2	-	шт

						НУВГП ПТВ 03-02-367704 МР			
						Енергоєфективні рішення під час будівництва теплових мереж на приватділ житлового масиву			
Зм.	Кілк.	Арк.	Надхв.	Піпс.	Дріт.		Сталія	Ариупи	Ариупав
Зос. каф.		Кіссес МД				Теплові мережі	МР		
Маїстрани		Омельчича С.Л							
Н. котир.		Кіссес МД							
Кер. роб.		Новачук О.С.				Профіль розподільчих мереж. Схеми мереж. Розмір ділини від ВТ1 до ВТ3. Розмір ділини від ВТ3 до ВТ11	НУВГП ННІБА ПТВ-51М		



Прилади контролю СДКМ

01	Прилад контрольно-монтажний (Індикатор) ПКМ-1	
02	Прилад контрольно-монтажний (Індикатор) LX 9024	
03	Детектор дефектів ДД-1 (~220В, 50 Гц, 4х2000м)	
04	Детектор дефектів АСН - 4Н (~220В, 50 Гц, 4х2000м)	
05	Детектор дефектів ДД2 (автономне живлення 4х2000м)	
06	Детектор дефектів АСН - 4В (автономне живлення 4х2000м)	
07	Детектор дефектів САІ-2в (автономне живлення 2х3500м)	
08	Рефлектометр-локалізатор (стаціонарний) L1M05 (~220В, 50 Гц, 4х2500м)	
09	Рефлектометр-локалізатор (переносний)	



2.1 Вихідні дані об'єкта дослідження

Географічний пункт будівництва – м. Київ.

Розрахункові параметри зовнішнього повітря :

- розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення для м.Київ - 22°C
- розрахункова температура внутрішнього повітря будівлі +18°C;
 - середня температура найбільш холодого місяця - 4,7°C;
 - тривалість опалювального періоду 165 діб.

Параметри транспортуємих теплоносіїв і категорія трубопроводів:
трубопровід Т1 до 80°C теплової мережі: без категорії, інші
трубопроводи: без категорії. Теплоносій хімічно
деаерована вода з котельні. Параметри середовища: теплові мережі
Т1, Т2 – 80/60°C, 4,8/2,0 бар, споживачі Т1, Т2 – 80/60°C.

[illegible]