

# Огляд розвитку сектору централізованого теплопостачання Литви за останні десятиліття

(Аспекти планування теплопостачання)

# ПОЧАТОК ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ У ЛИТВІ

Перша система ЦТ у Литві з'явилась у 1939 році в Каунасі (клініка Каунаського університету)



Гідравлічне випробування парових котлів було проведено 1 вересня 1939 року.

У тому ж році було введено в експлуатацію систему опалення клініки, для пуску та налагодження якої було запрошено професора з Праги.

# ЦТ У ЛИТВІ

Ситуація у 2023 році

- **Кількість споживачів:** 748 707 осіб.
- **Мережі теплопостачання:** загальна протяжність теплових мереж ТЕЦ становить **3 053 км**, включно з позабалансовими ділянками.
- **Потужності з виробництва теплової енергії:**
- **1 050 МВт** — на підприємствах централізованого теплопостачання;
- **940 МВт** — у незалежних виробників тепла (*оцінка охоплює виключно установки, що працюють на біопаливі*).

# ПОЧАТОК ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ У ЛИТВІ

Перша промислова система ЦТ у Литві з'явилась 1947 року в Каунасі. Пара  $p=24$  бар подавалася з Петрашюнайської електростанції на паперову фабрику ( $L=164$  м, DN125)

Гаряча вода для муніципальних потреб почала подаватися в Каунасі у 1948 році.

У 1955 році ГВП було введено у Вільнюсі та Клайпеді.

Приблизно у 1960 році ЦТ було поширене у невеликих містах.

# РОЗВИТОК ЦТ У ЛИТВІ

- На початковому етапі теплопостачання споживачів забезпечувалося безпосередньо теплопостачальними організаціями.
- У 1963 році функції з управління системами централізованого теплопостачання було передано до відання Головного управління з енергетики та електрифікації, а вже у 1968 році в його структурі створено спеціалізоване Виробниче управління з теплофікації.
- У 1990 році енергетична система Литви перейшла під юрисдикцію Литовської Республіки, що супроводжувалося створенням виробничого об'єднання енергетики та електрифікації «Lietuvos energija».

# РОЗВИТОК ЦТ У ЛИТВІ

- Очевидно, що до приблизно 1995–1997 років розвиток систем централізованого теплопостачання здійснювався в умовах централізованого планування — під керівництвом Виробничої ради з теплофікації, а згодом відповідних міністерств.
- У подальшому теплопостачальні підприємства були передані у муніципальну власність. Зокрема, акціонерне товариство спеціального призначення «**Utenos šilumos tinklai**» було створене 1 липня 1997 року рішенням Уряду Литви та передане у власність районного самоврядування.
- У результаті переходу до децентралізованої моделі управління виникла потреба у формуванні нового правового механізму планування та розвитку сектору теплопостачання.

# Планування розвитку ЦТ

- У 1995 році було ухвалено **Закон про територіальне планування**, який запровадив системну класифікацію документів територіального планування, зокрема на муніципальному рівні, залежно від їх значущості.
- Відповідно до закону, документи територіального планування поділяються на:
- **генеральні (загальні) плани;**
- **детальні плани;**
- **спеціальні плани** (зокрема плани розміщення автозаправних станцій, велосипедної інфраструктури, дорожньої мережі тощо).

*Спеціальні плани можуть інтегруватися до складу генеральних планів, затверджуватися рішеннями місцевих рад і, після цього, набувати обов'язкового характеру для виконання в межах відповідного муніципалітету.*

# Планування розвитку ЦТ

Після 1995 року лише кілька найбільших міст Литви — зокрема Вільнюс, Каунас і Клайпеда — фактично застосовували положення Закону про територіальне планування, здійснюючи спеціалізоване планування розвитку систем теплового господарства на своїх територіях.

Ситуація змінилася у 2003 році з ухваленням **Закону про теплове господарство**, який зобов'язав усі муніципалітети країни розробити спеціальні плани з теплового господарства.

У 2005 році було затверджено правила підготовки таких спеціальних планів, а у 2015 році — оприлюднено їх оновлену редакцію (чинна консолідована версія станом на 01.10.2023).

На сьогодні спеціальні плани з теплового господарства впроваджуються в багатьох муніципалітетах. Їх розробкою займаються як литовські енергетичні консультанти, так і міжнародні компанії (зокрема **COWI Baltic**). Як правило, керівниками таких проєктів виступали фахівці з глибоким практичним досвідом у сфері енергетики.

Розроблені в цей період спеціальні плани характеризуються ґрунтовним аналізом поточного стану систем теплопостачання, опрацюванням кількох сценаріїв розвитку, прогнозуванням інвестиційних потреб та оцінкою економічної доцільності. По суті, вони поєднували в собі функції техніко-економічного обґрунтування, стратегічного документа та інвестиційного плану.

# Планування розвитку ЦТ

Близько 10–15 років тому було ухвалено рішення, згідно з яким право на розробку спеціальних планів з теплового господарства надавалося виключно фахівцям з архітектурною освітою. У результаті такі плани поступово втратили глибину: аналіз поточного стану та перспектив розвитку сектору теплопостачання став поверховим, а запропоновані рішення — переважно концептуальними й лише зрідка технічно обґрунтованими.

Усвідомлюючи необхідність залучення спеціалізованих інженерних знань, архітектори почали активно залучати до підготовки таких документів фахівців-енергетиків і теплотехніків, що з часом стало усталеною практикою. Водночас основний фокус спеціальних планів змістився з глибокого енергетичного аналізу, стратегічного або інвестиційного планування на забезпечення узгодженості з іншими спеціальними планами муніципалітету та запобігання міждокументним суперечностям.

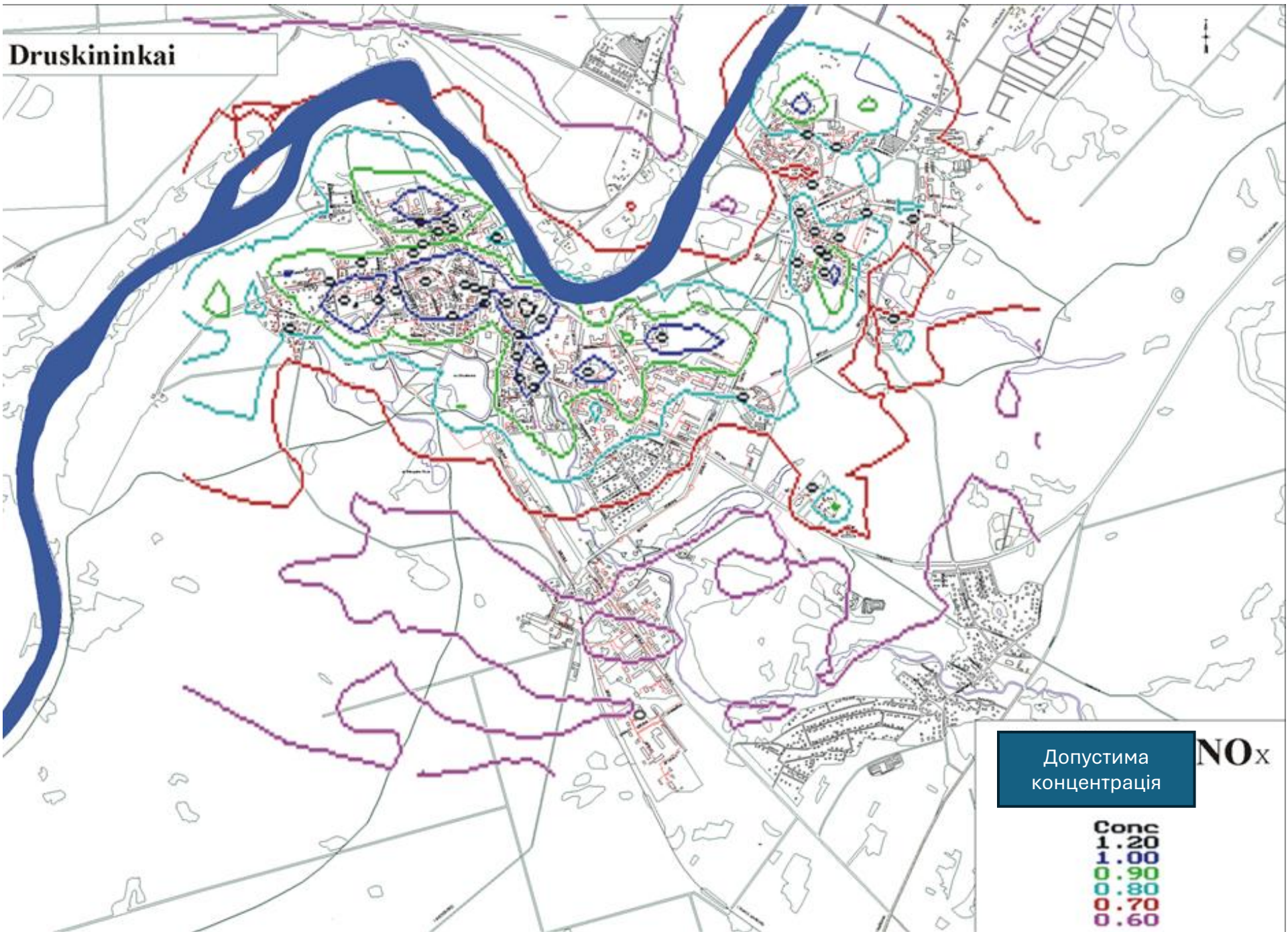
З огляду на відсутність системного аналізу та довгострокового прогнозування розвитку систем теплопостачання на муніципальному рівні, Міністерство енергетики у 2023 році ініціювало внесення змін до Закону про теплове господарство. Зокрема, було передбачено, що:

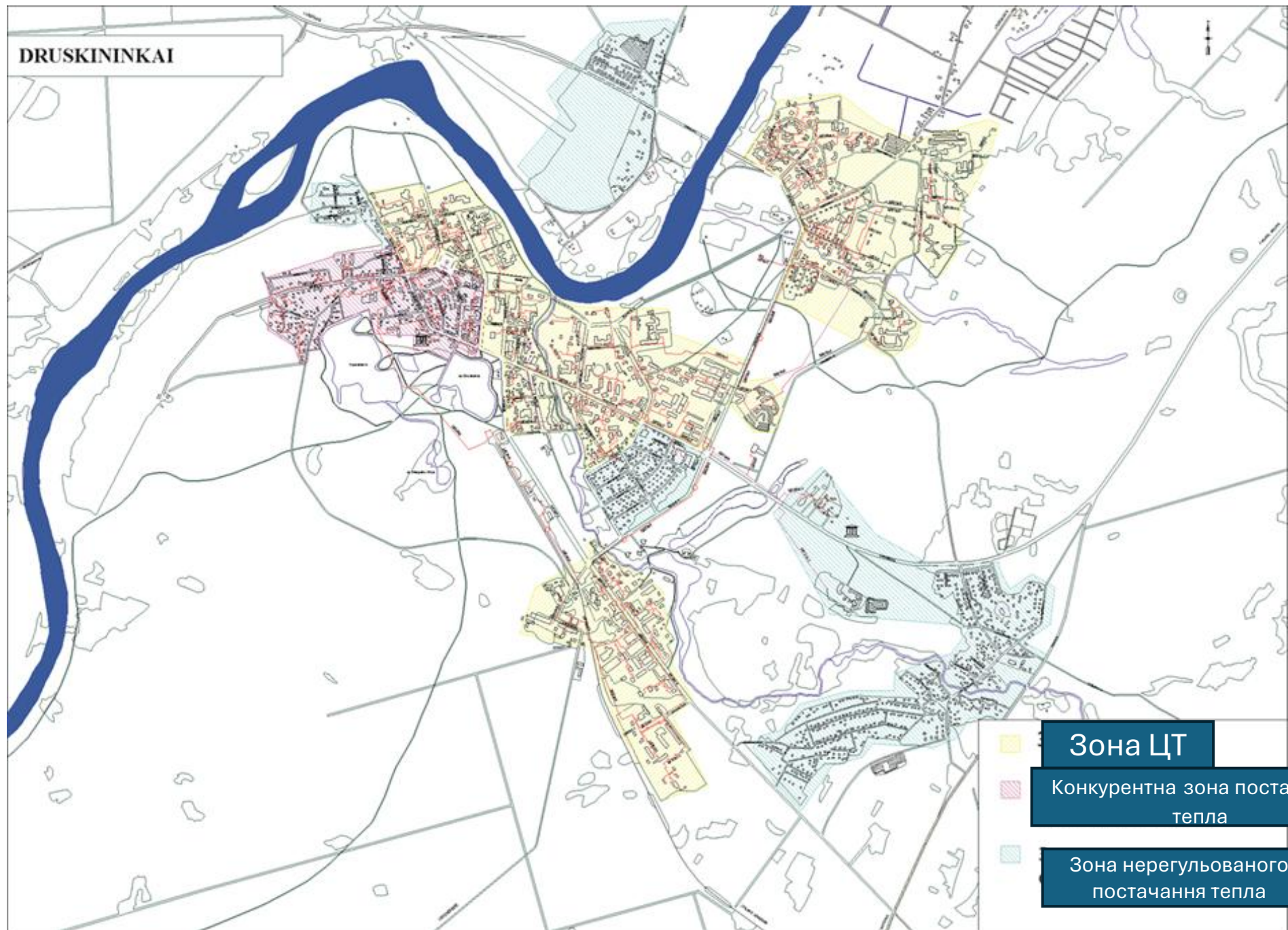
- спеціальні плани з теплового господарства оновлюються не частіше ніж один раз на 10 років;
- теплопостачальні організації зобов'язані розробляти 10-річні інвестиційні плани розвитку сектору з оновленням кожні 3 роки;
- постачальники тепла мають готувати стратегічні бізнес-плани строком на 5 років, що, своєю чергою, спрощує формування довгострокових інвестиційних програм.
- Як спеціальні плани з теплового господарства, так і стратегічні та інвестиційні документи підлягають обов'язковому затвердженню відповідними органами місцевого самоврядування.

# ФАКТОРИ, ЯКІ ВИЗНАЧАЮТЬ РІШЕННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ПЛАНІВ З ТЕПЛОВОГО ГОСПОДАРСТВА

- **Техніко-економічний фактор.**  
Відповідно до Закону про теплове господарство, спеціальний план визначає перспективні зони теплопостачання та базові технічні рішення щодо використання альтернативних джерел енергії або видів палива для кожної зони. При цьому забезпечується покриття потреб переважної більшості споживачів із мінімально можливою вартістю теплової енергії — на основі економічно обґрунтованих витрат.
- **Екологічний фактор.**  
Ключовою метою спеціального плану теплового господарства є забезпечення потреб споживачів у тепловій енергії за умови дотримання допустимих меж негативного впливу на довкілля та з урахуванням екологічних стандартів.
- **Фактор надійності.**  
Гарантоване та безперебійне теплопостачання є критично важливим, особливо для окремих категорій споживачів. Перевага централізованого теплопостачання над локальними котельнями полягає у можливості використання різних видів палива та наявності резервних потужностей у складі теплових мереж.
- **Містобудівний фактор.**  
У межах спеціального плану здійснюється оцінка можливостей подальшого містобудівного розвитку територій з урахуванням наявної та перспективної теплової інфраструктури.
- **Архітектурний фактор.**  
З метою збереження існуючого архітектурного обличчя житлових районів може передбачатися обмеження на будівництво інженерних споруд, що негативно впливають на візуальне середовище, зокрема димових труб, котелень, паливних складів та інших об'єктів.

Druskininkai



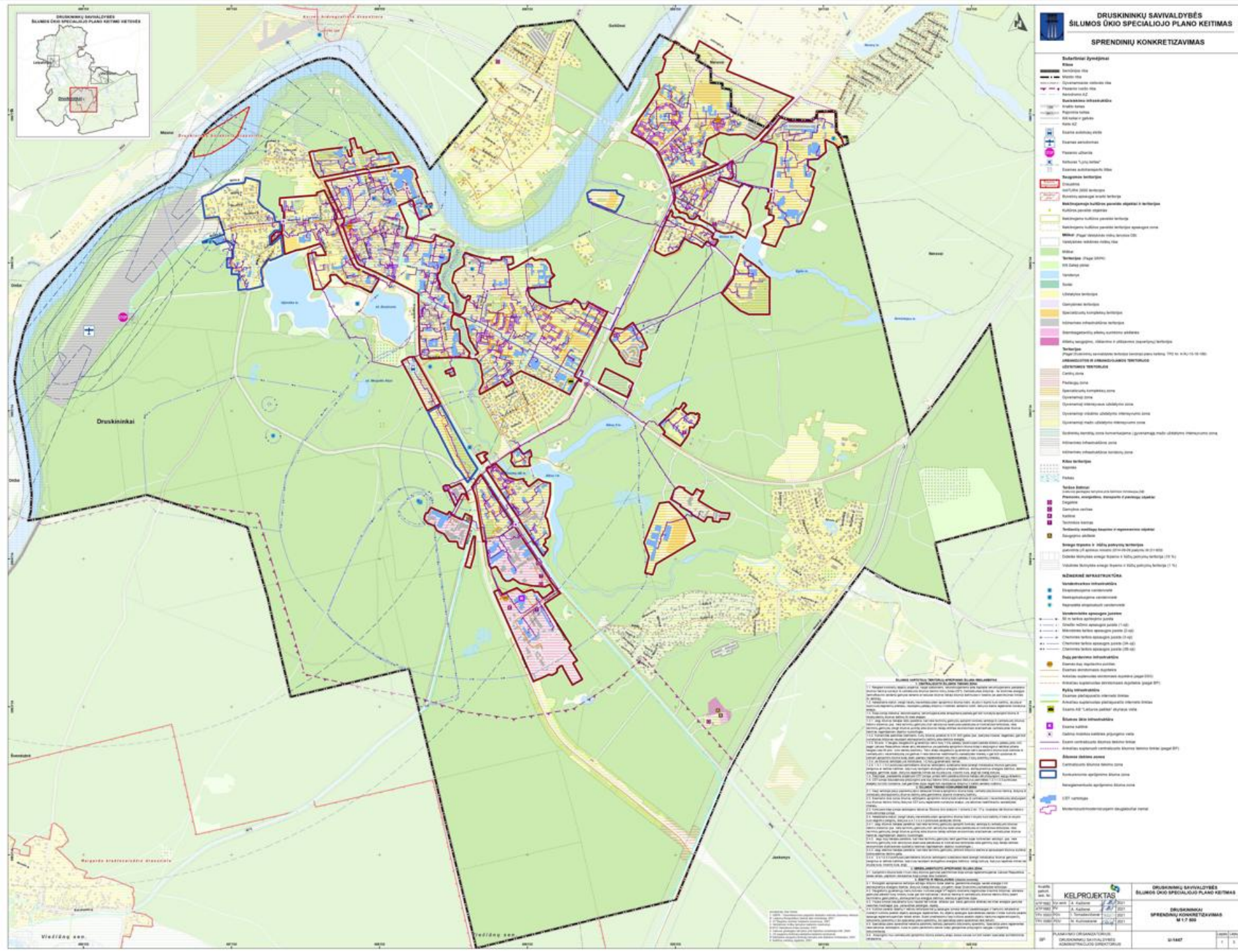


DRUSKININKAI

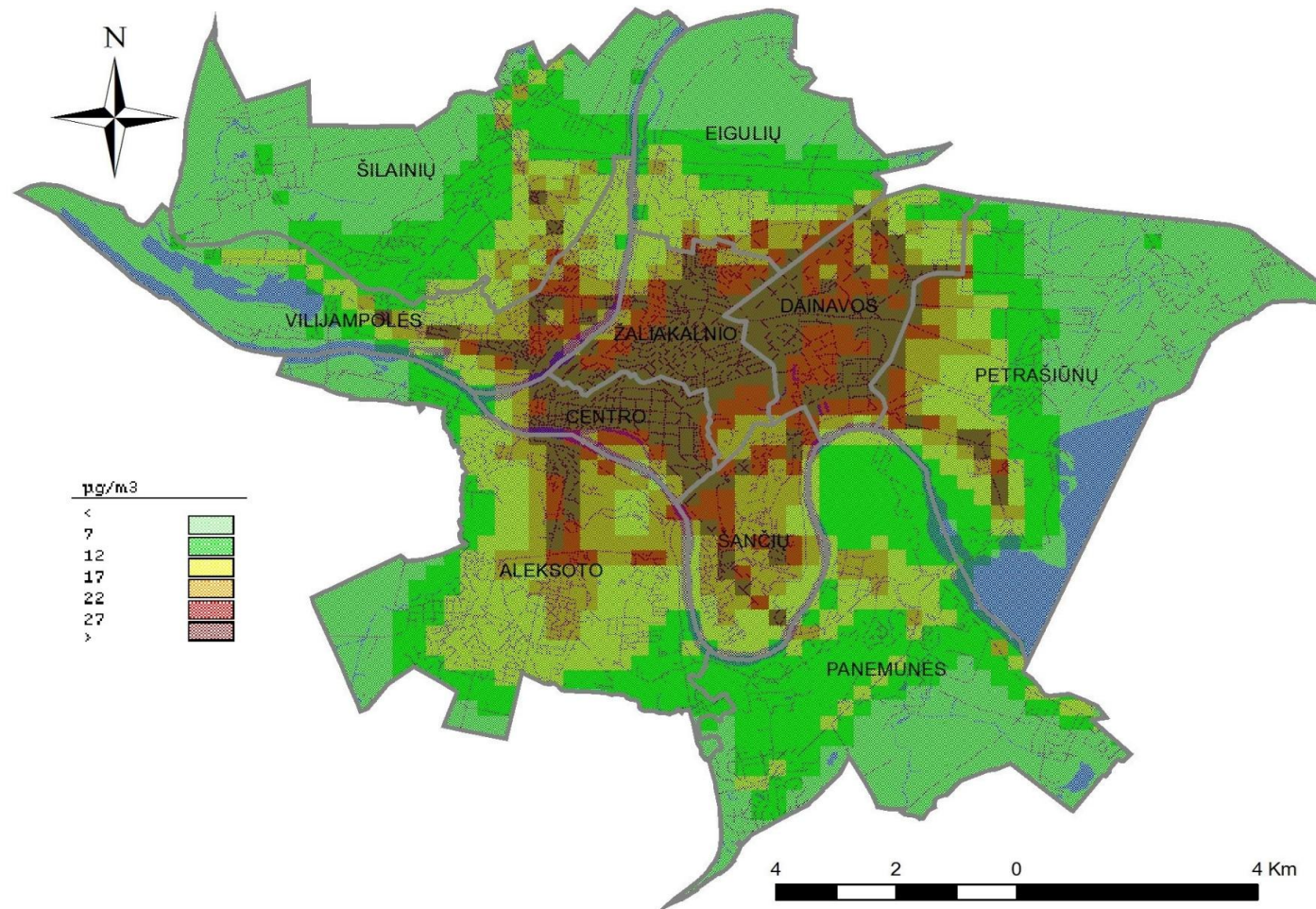
Зона ЦТ

Конкурентна зона постачання  
тепла

Зона нерегульованого  
постачання тепла



## Розподіл середніх концентрацій твердих частинок у Каунасі у 2014 році

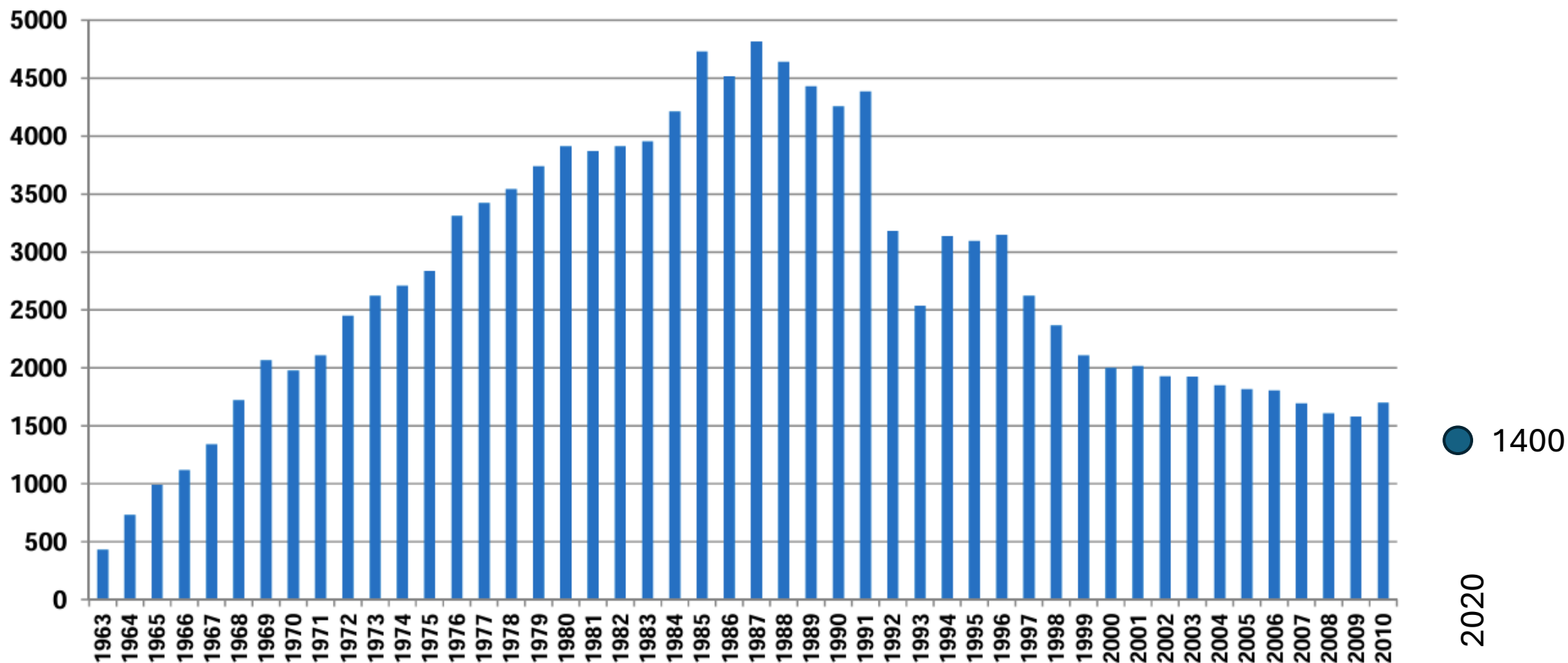


У більшості районів Каунасу забруднення повітря твердими частинками становило від 12 до 27  $\text{мкг}/\text{м}^3$ .

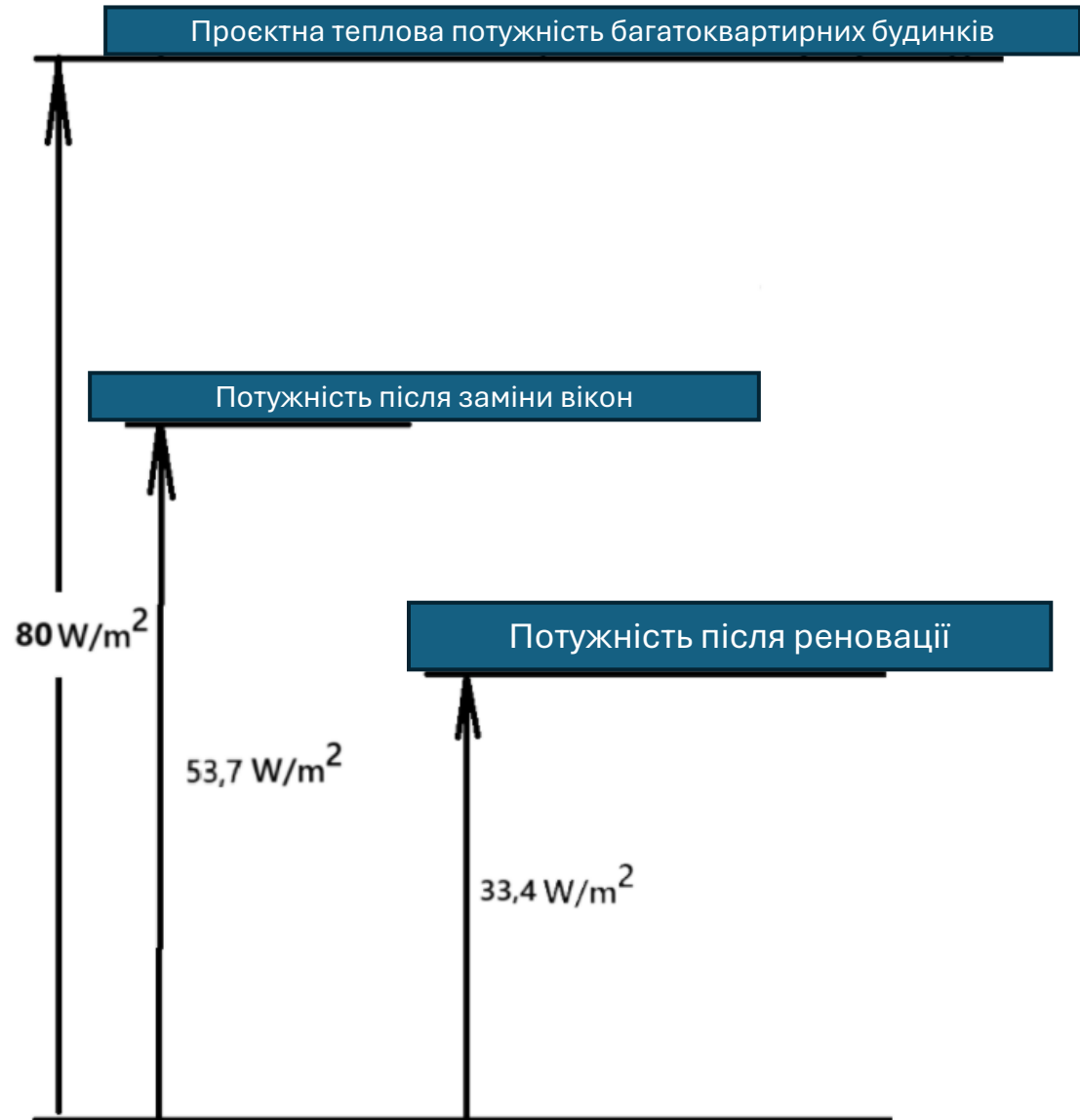
# ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ПЛАНУВАННЯ

## Розвиток ЦТ у місті Каунас (приклад)

ГВт/рік



# ВПЛИВ РЕКОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ НА ПОТРЕБИ У ТЕПЛОВІЙ ЕНЕРГІЇ



## СПЕЦИФІЧНЕ СПОЖИВАННЯ ТЕПЛОТИ

- ЖИТЛОВІ БУДИНКИ  $40-60 \text{ Вт/м}^2$
- ОФІСИ  $60-80 \text{ Вт/м}^2$
- КОМЕРЦІЙНІ ПЛОЩІ  $60-80 \text{ Вт/м}^2$
- СПЕЦИФІЧНІ  $\leq 100 \text{ Вт/м}^2$

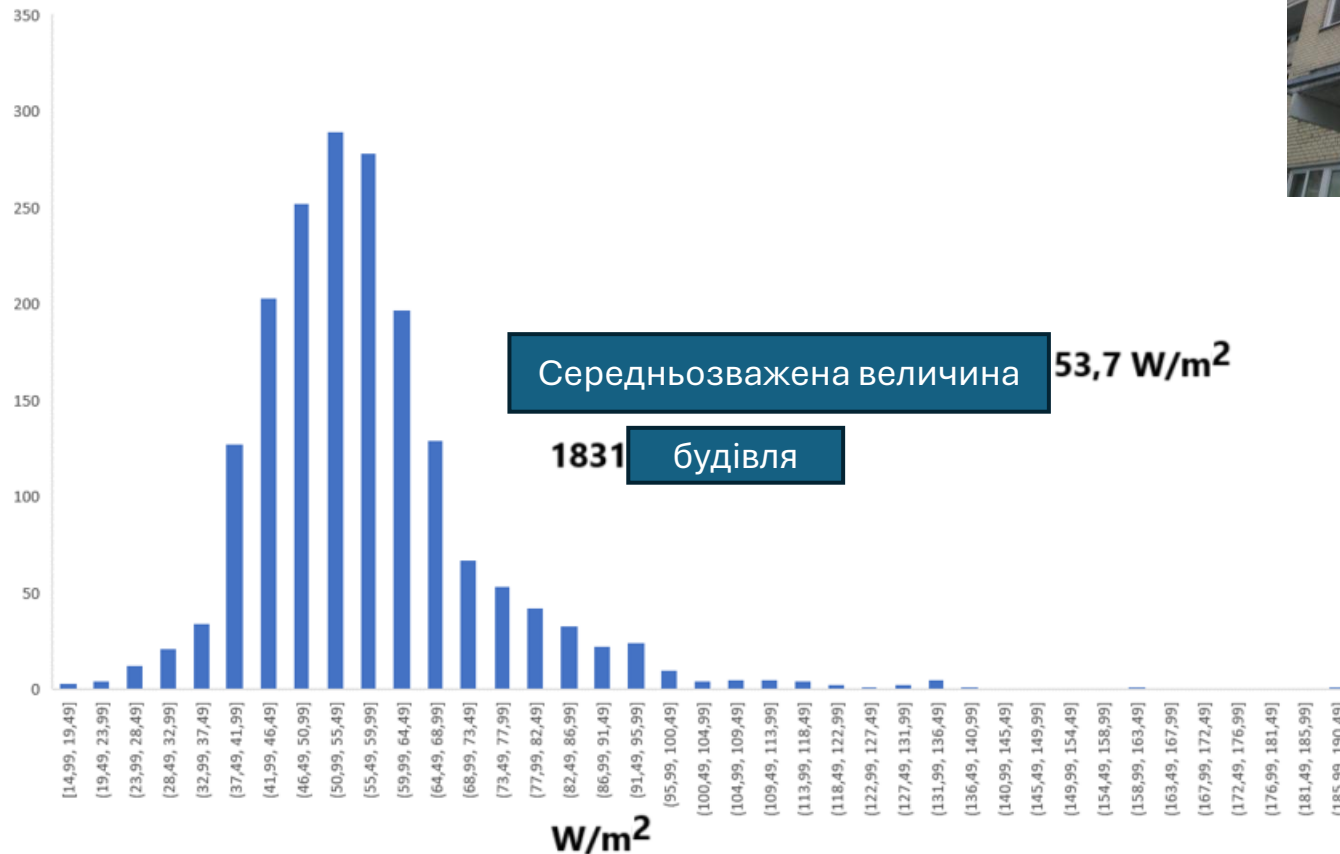
# ВПЛИВ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ НА ПОТРЕБИ У ТЕПЛОВІЙ ЕНЕРГІЇ

До реновації

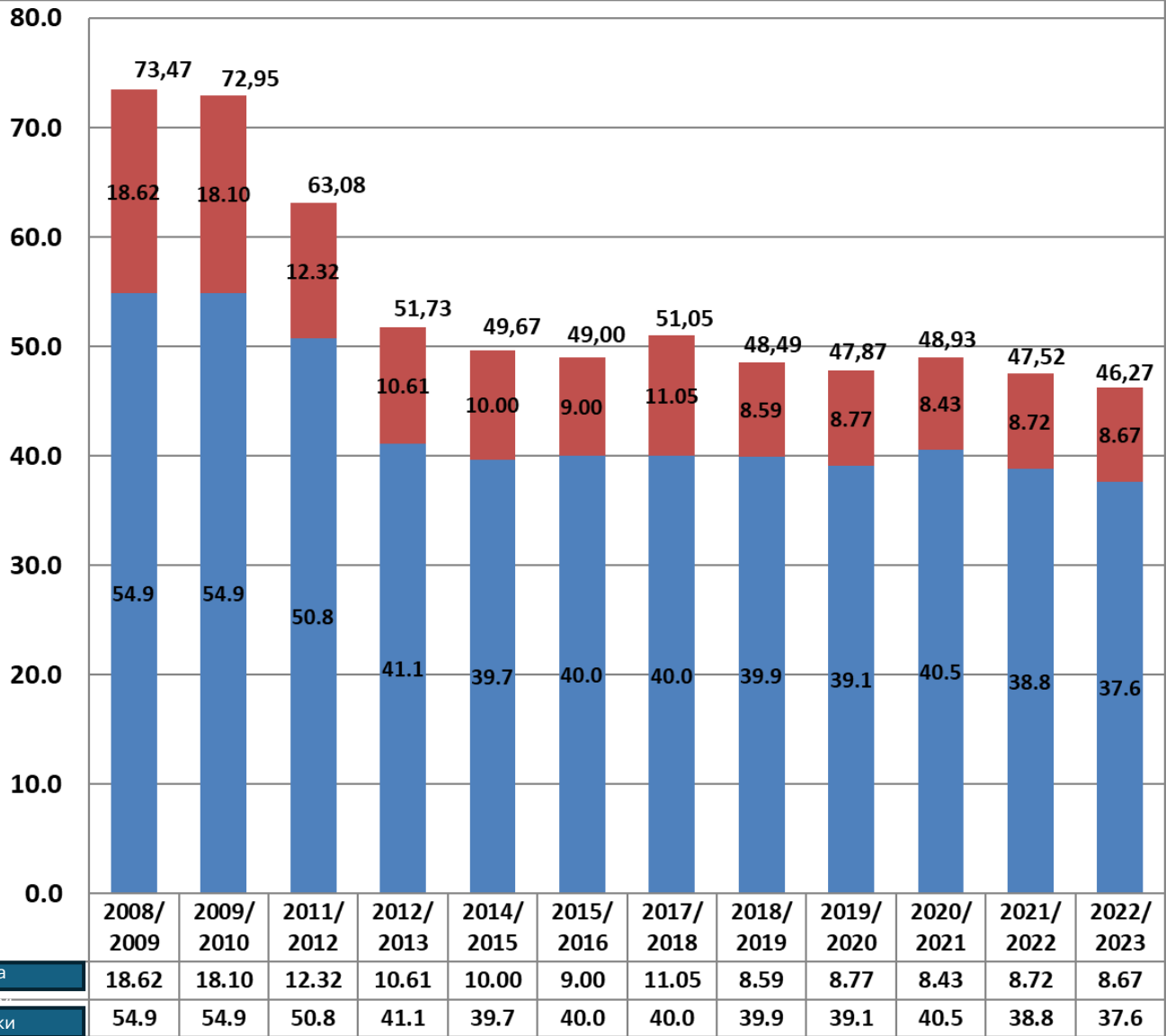


Після реновації

33,4 W/m<sup>2</sup>

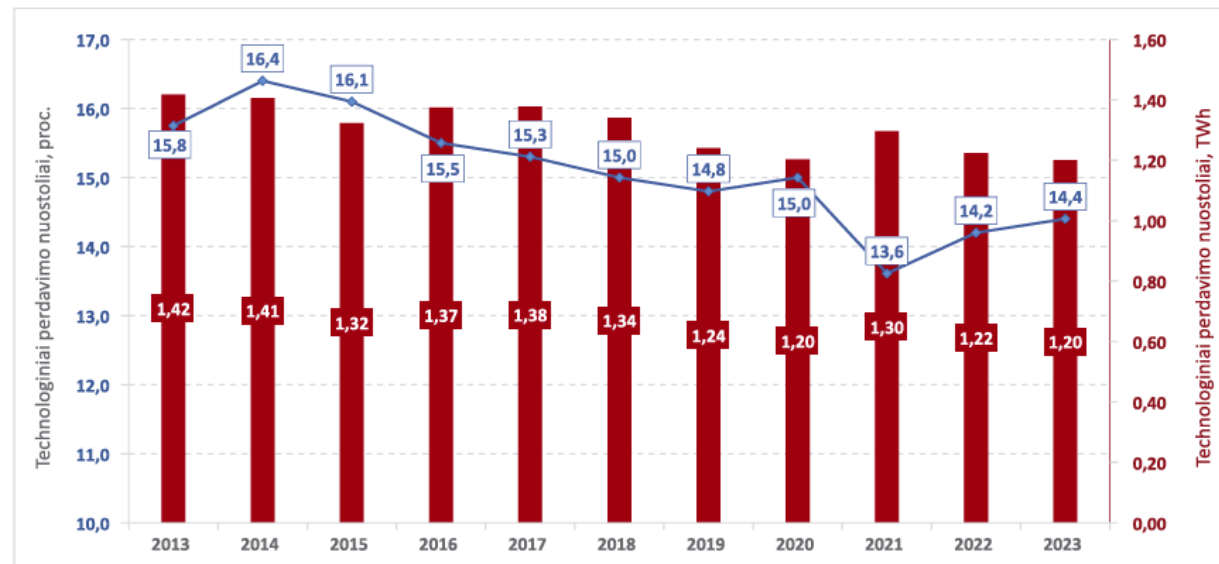
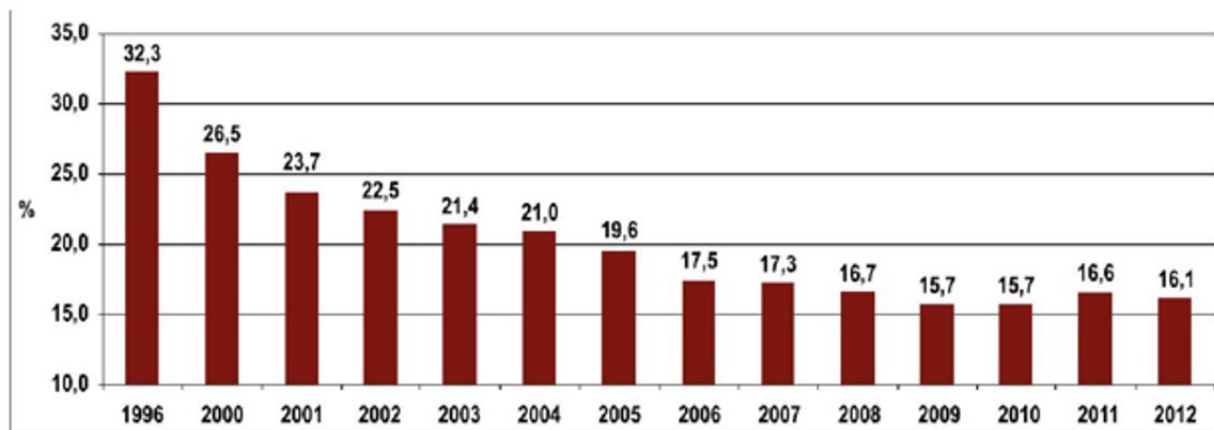


# ВПЛИВ РЕКОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ НА ПОТРЕБИ У ТЕПЛОВІЙ ЕНЕРГІЇ

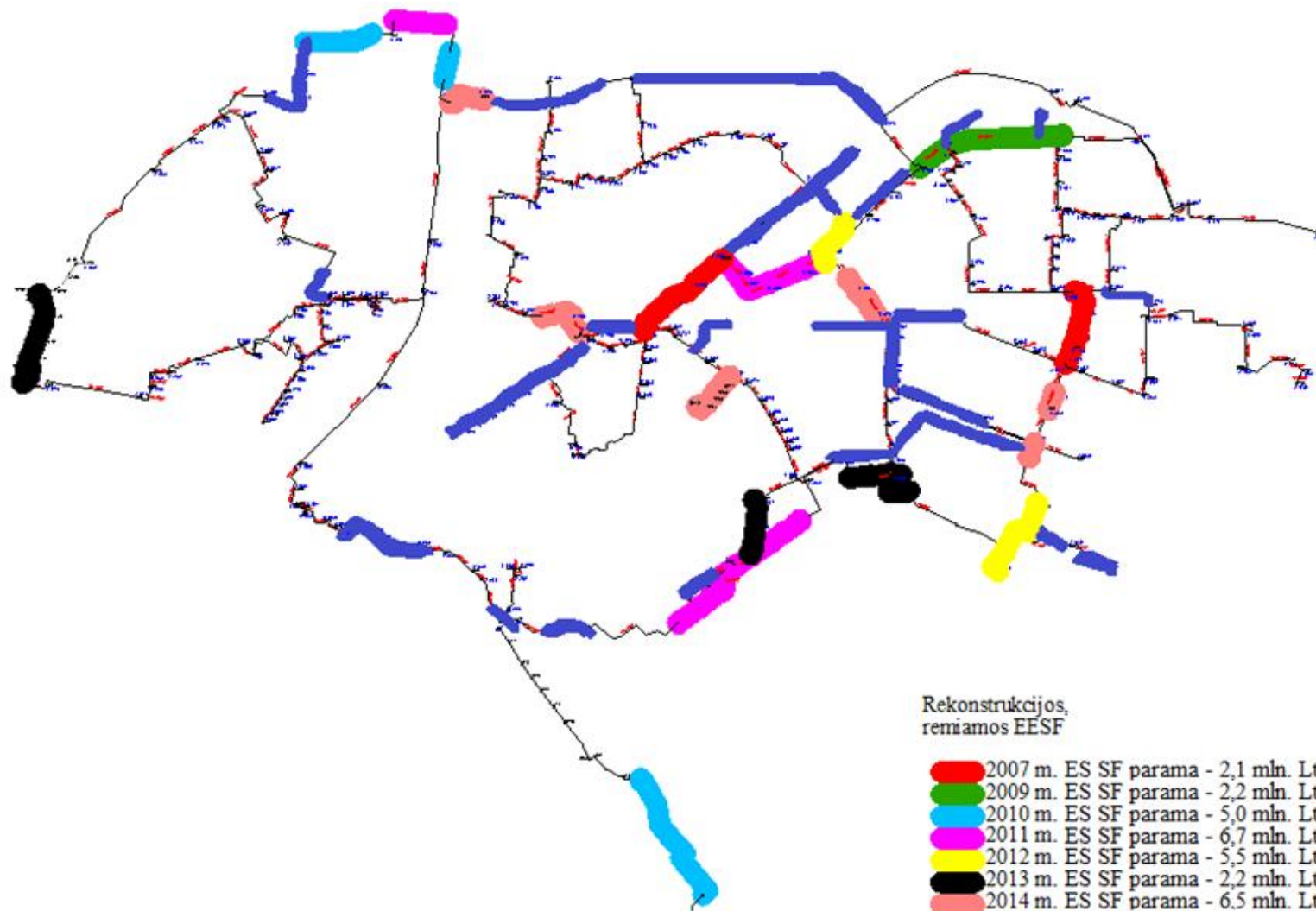


Вплив індивідуальних заходів – вікна, балкони та ін.

# ТЕПЛОВІ ВТРАТИ В МЕРЕЖАХ ЦТ



# ОСНОВНІ ЗМІНИ У СЕКТОРІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ (МОДЕРНІЗАЦІЯ МЕРЕЖ)

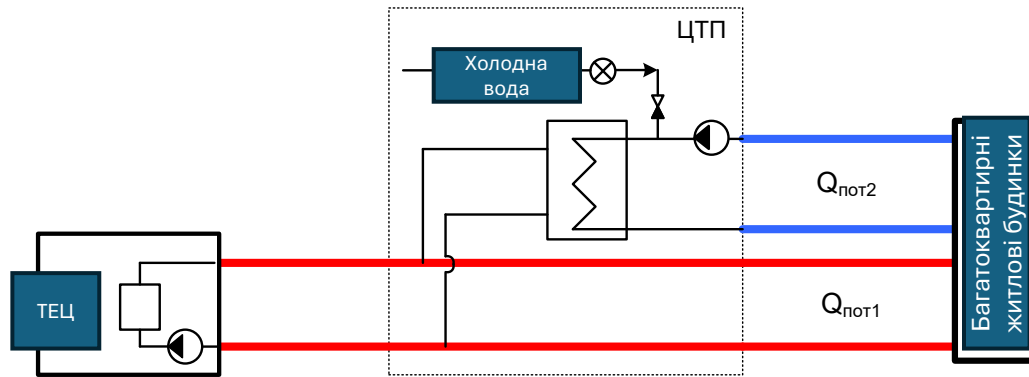


# Планування модернізації та розвитку ЦТ (технічний рівень)

Скорочення теплових втрат через:

- відмову від чотиритрубною системи, перехід на двотрубну систему та впровадження автоматизованих теплових пунктів.

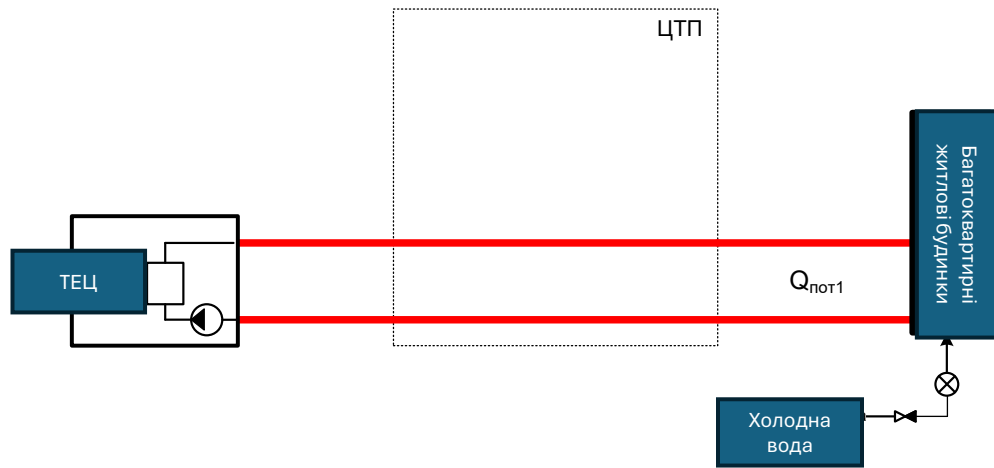
# Проблеми при постачанні Г/В із ЦТ



Проблеми:

1. Теплові мережі та пристрої у ЦТ фізично застаріли, великі експлуатаційні витрати.
2. Теплові втрати складаються із втрат  $Q_{\text{пот1}}$  і  $Q_{\text{пот2}}$ , тобто втрати нераціонально великі з чотиритрубною системою.
3. Неможливо швидко визначити витік Г/В, а також місце витоку Г/В.
4. Немає можливості врахувати витрати Г/В в окремих будинках.
5. Так як тиск у водопроводі практично завжди є більшим за тиск у трубопроводі термофікаційної води, то у зворотну трубу потрапляє питна необроблена вода (внаслідок порушення герметичності теплообмінників). Це спричиняє більш інтенсивну корозію зворотних труб.
6. Перепад тиску на теплообміннику в ІТП має бути не менше 1,5 bar для забезпечення нормальної роботи елеваторного вузла.

# Ефект децентралізації гарячого водопостачання

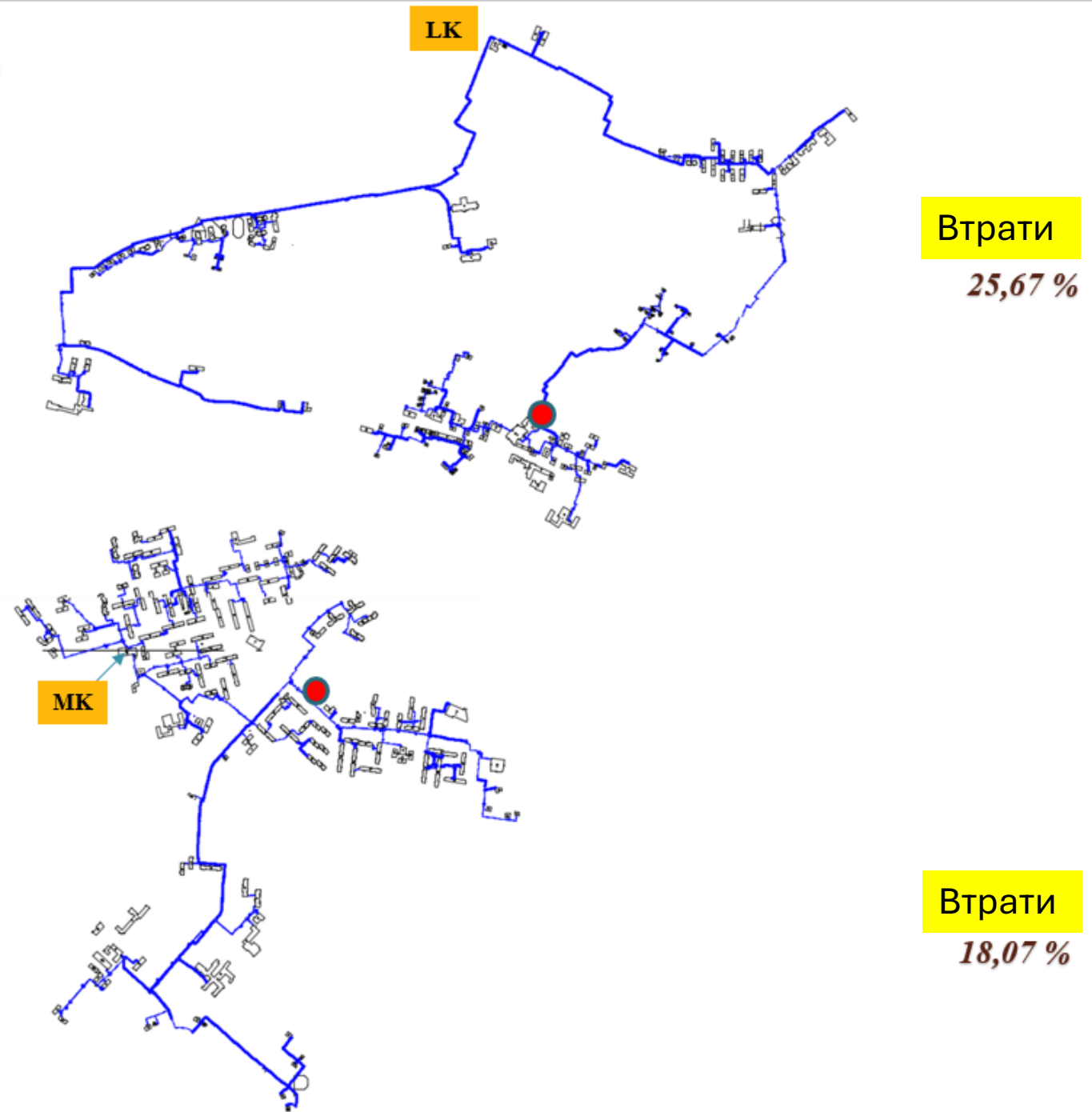


Позитивна сторона децентралізації:

1. При заміні теплових мереж витрати йдуть лише на заміну труб теплоносія.
2. Теплові втрати складаються лише з втрат  $Q_{\text{пот1}}$ , Тобто, втрати тільки з двотрубною системою.
3. Можна швидко визначити виток Г/В, а також місце витoku Г/В.
4. Є можливості врахувати витрати Г/В в окремих будинках. Можливостей «приховати» спожиту гарячу воду – менше.
5. Завдяки новому обладнанню та більш точній реєстрації витрати води зменшується можливість попадання питної необробленої води в трубопровід теплоносія.
6. Перепад тиску на теплообміннику в ІТП може бути не менше 0,6 bar задля забезпечення нормальної роботи ІТП.
7. Забезпечується знижена температура зворотного теплоносія, що підвищує ефективність роботи котелень, зокрема за рахунок можливості використання конденсаційних економайзерів.

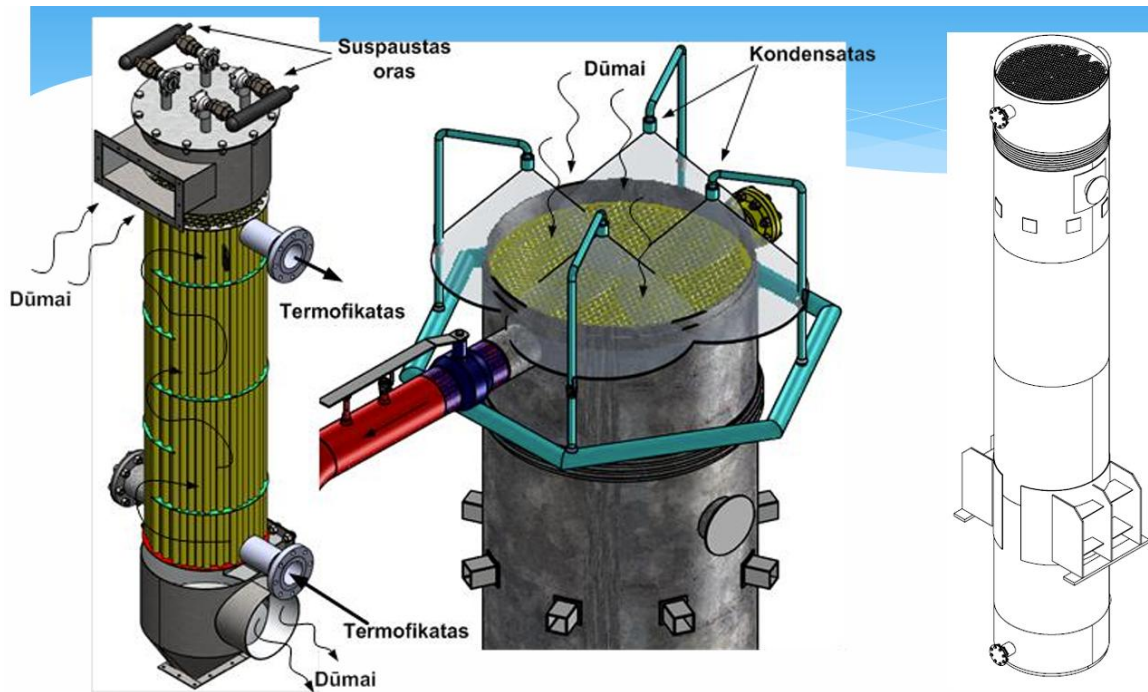
# Планування модернізації та розвитку ЦТ

Аналіз поточної ситуації дає змогу визначити найбільш оптимальний шлях трансформації для конкретної системи тепlopостачання в майбутньому.



# Планування модернізації та розвитку ЦТ (технічний рівень)

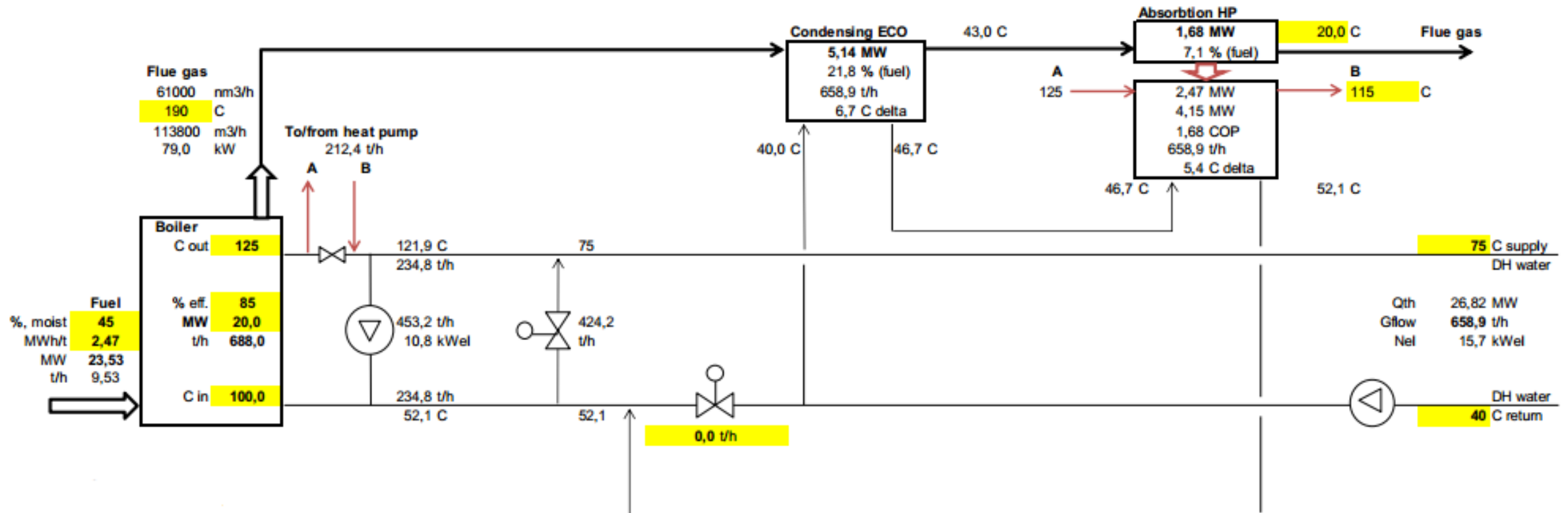
Використання конденсаційних економайзерів (КЕ), які підвищують ККД котельні до 100-103% (вплив КЕ близько 15-25%).



Важливо знизити температуру зворотної води до 40<sup>0</sup>С. Іноді ця температура становить 36<sup>0</sup>С. Це підвищує ефективність роботи КЕ.

# Планування модернізації та розвитку ЦТ (технічний рівень)

Встановлення абсорбційних теплових насосів (встановлено до 10 таких насосів, які підвищують ефективність роботи котельні).



# ЗМІНИ У СЕКТОРІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

## (ТЕМПЕРАТУРНИЙ ГРАФІК)

- **Проектний температурний графік** передбачає параметри **150/70 °C**.
- У разі модернізації теплових мереж та встановлення попередньо ізольованих труб застосовується знижений температурний режим **120/70 °C** (з можливістю короткочасного підвищення до **130/70 °C**).
- Наразі в експлуатації використовується або скоригований проектний температурний графік, або новий температурний режим, сформований на основі результатів гідравлічних розрахунків.

**ВІДСУТНЯ МЕТОДИКА РОЗРОБКИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАФІКА**

# Планування модернізації та розвитку ЦТ

Раніше:

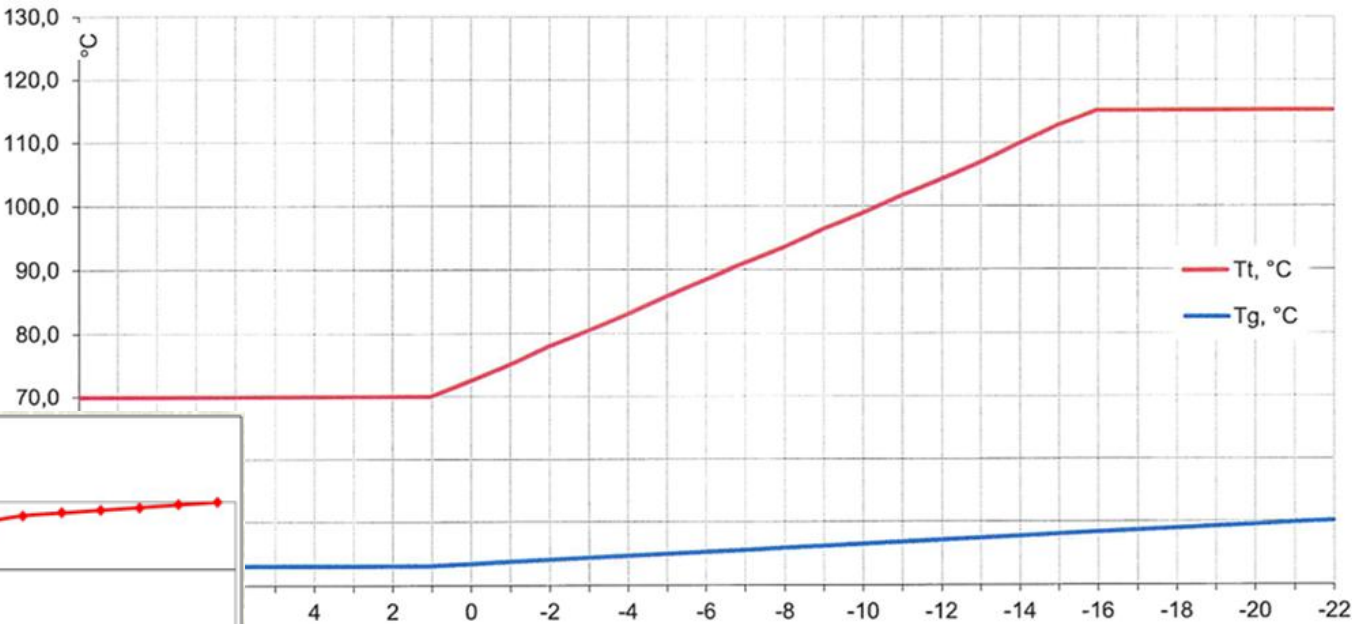
- Інтенсивність опалення споживачів могла регулюватися лише у котельні, оскільки споживачі були обладнані елеваторними вузлами, що робило регулювання на місцях практично неможливим.

Зараз:

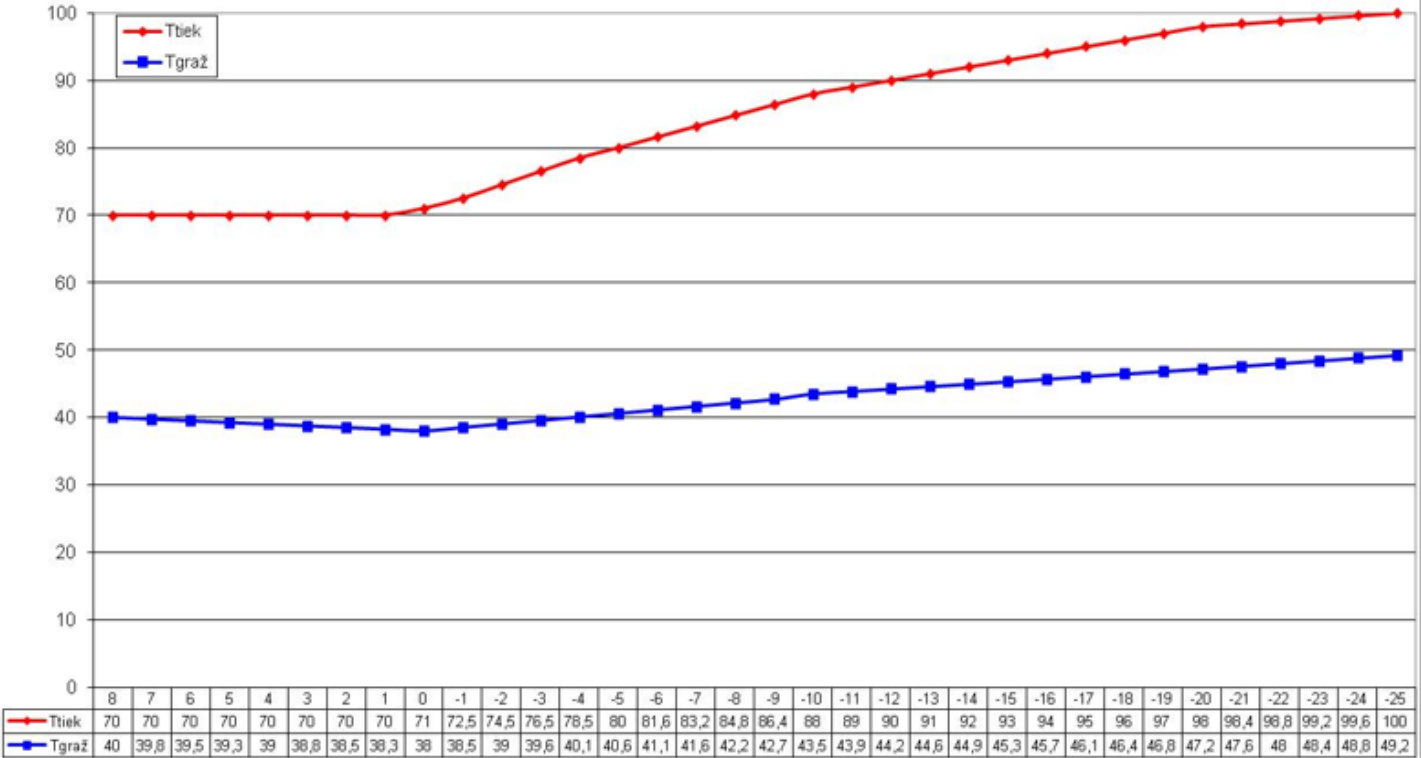
- потужність споживачів значно скоротилася.
- **Інтенсивність опалення споживачів регулюється автоматизованими тепловими пунктами.**

Модифікований графік проєктної температури

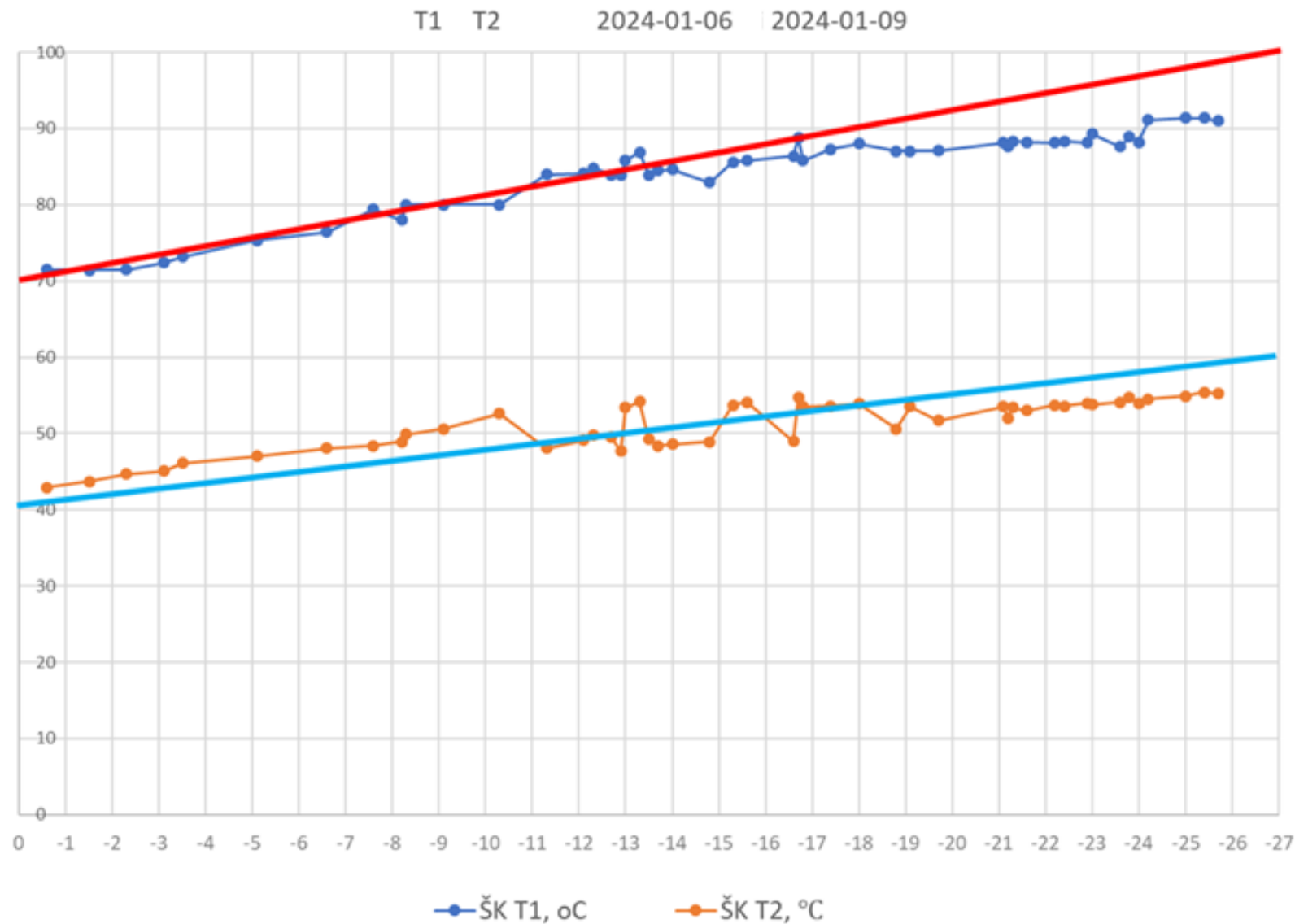
Температурний графік, складений на основі розрахунків



Temperatūrinis grafikas Utenos RK

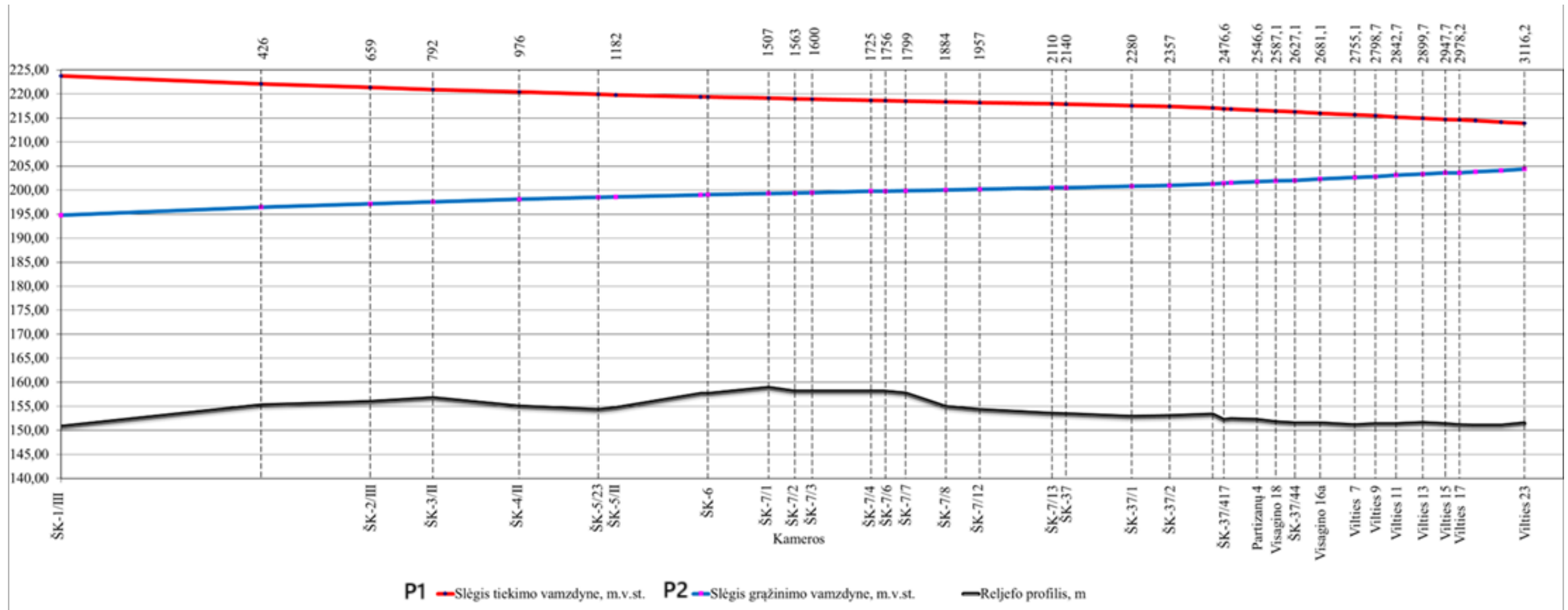


# Температурний графік та реальні температури ТВ на колекторах котельні



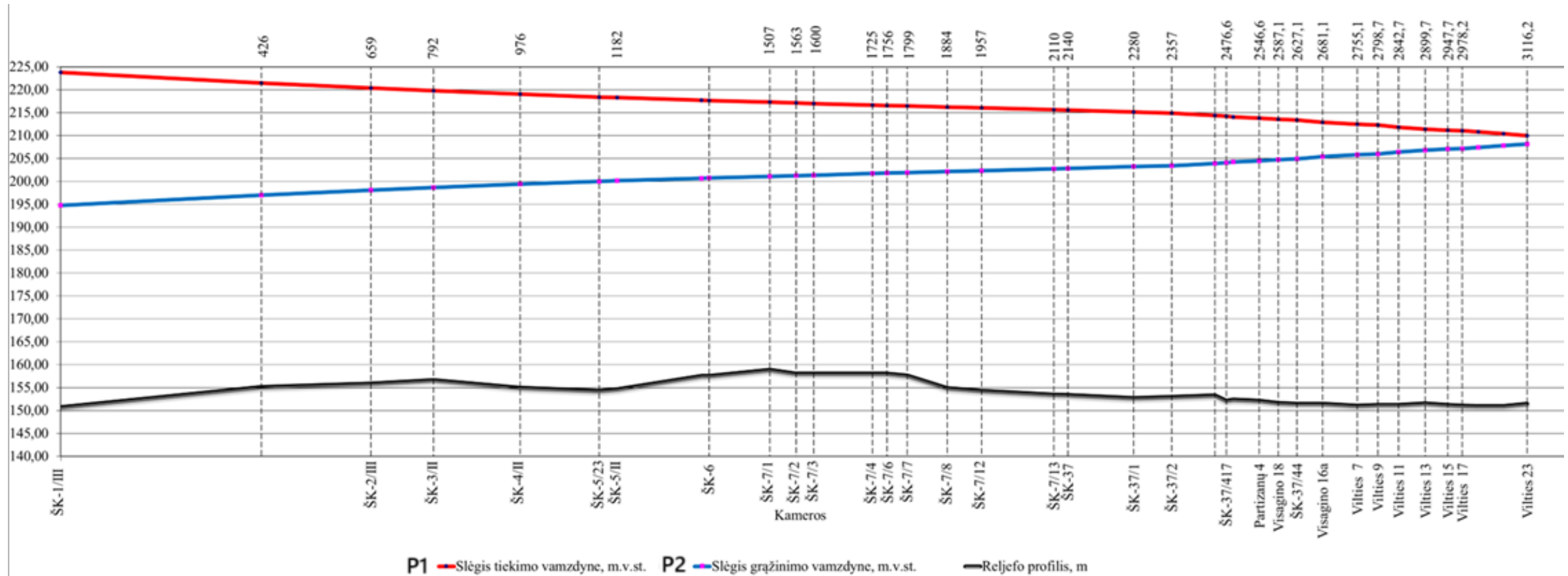
|    |          |        |
|----|----------|--------|
| V= | 1028,522 | m3/h   |
| P1 | 73       | m.v.st |
| P2 | 44       | m.v.st |
| T1 | 95       | oC     |
| T2 | 63       | oC     |

## Нормальна робота мереж



## „Коротке замыкання“ мереж

|    |         |                   |
|----|---------|-------------------|
| V= | 1214,66 | m <sup>3</sup> /h |
| P1 | 73      | m.v.st            |
| P2 | 44      | m.v.st            |
| T1 | 90      | oC                |
| T2 | 63      | oC                |



# Дані з теплового пункту



Vilties g. 13, Visagino m. - Nuo 2024-01-07 iki 2024-01-09



Slėgiai / P1, S12, bar

6.88 Slėgiai / P2, S13, bar

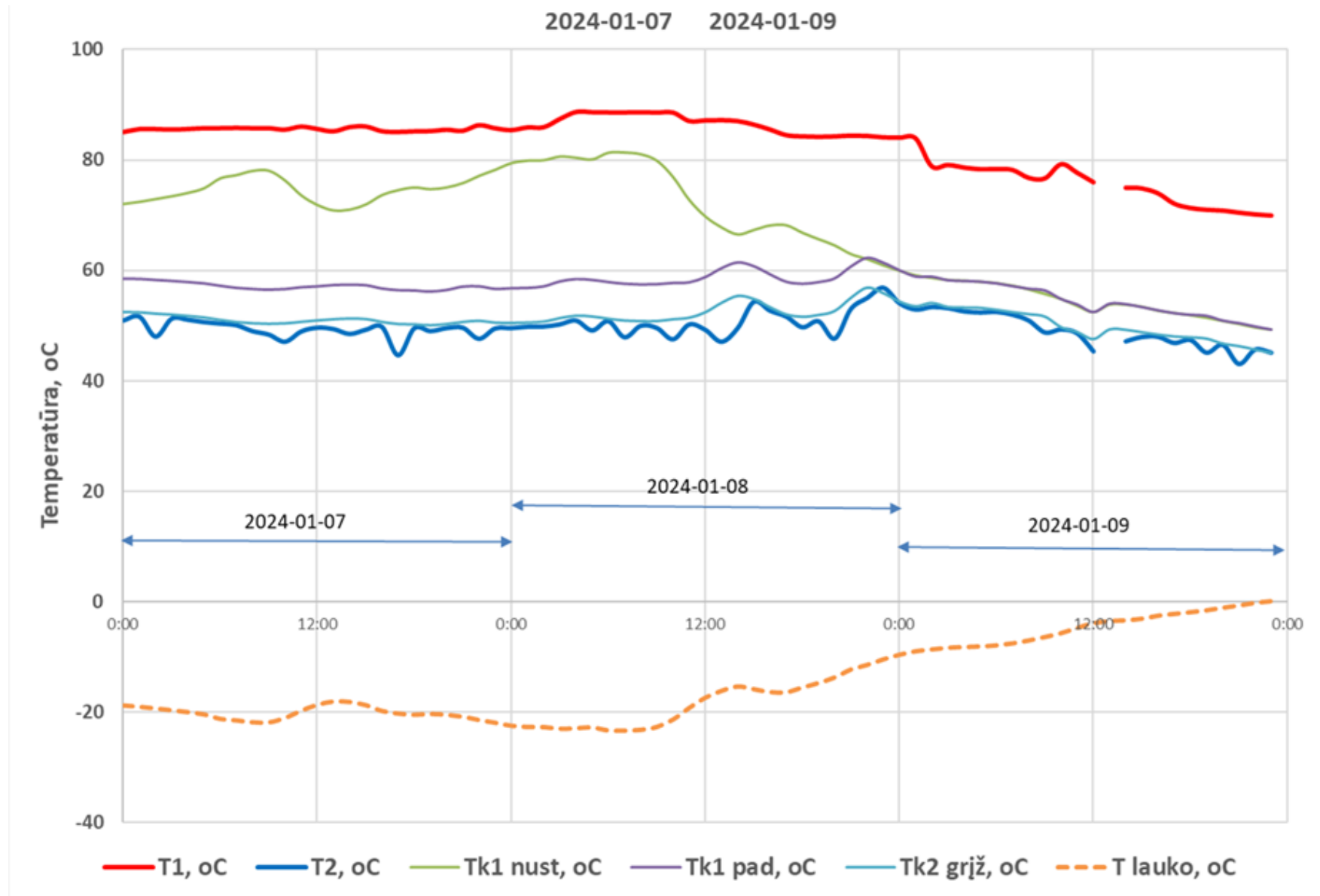
5.91 Slėgiai / P šildymo sistemos, S14, bar

4.98

Slėgiai / P šalto vandens, S11, bar

5.15

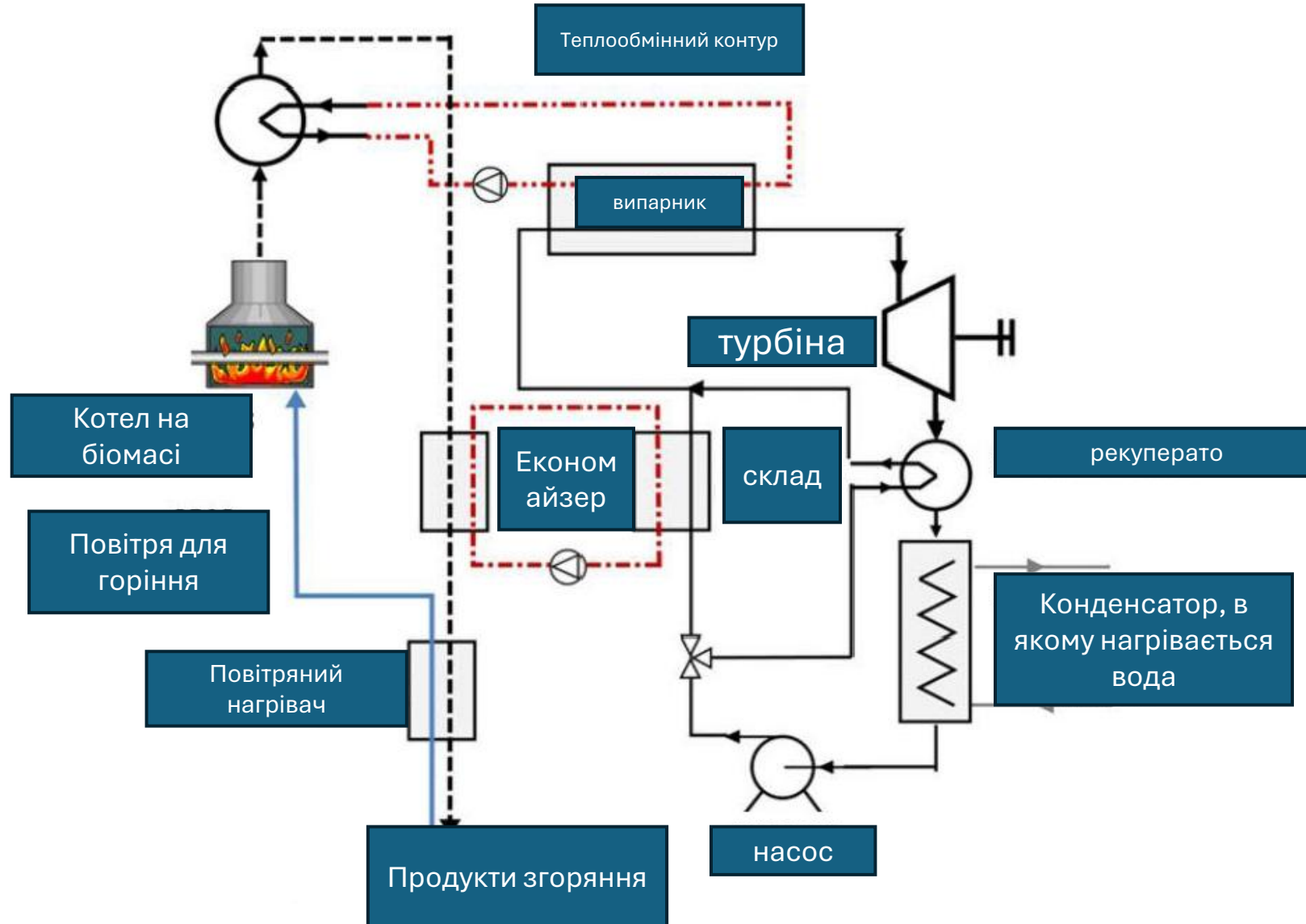
# Дані з теплового пункту

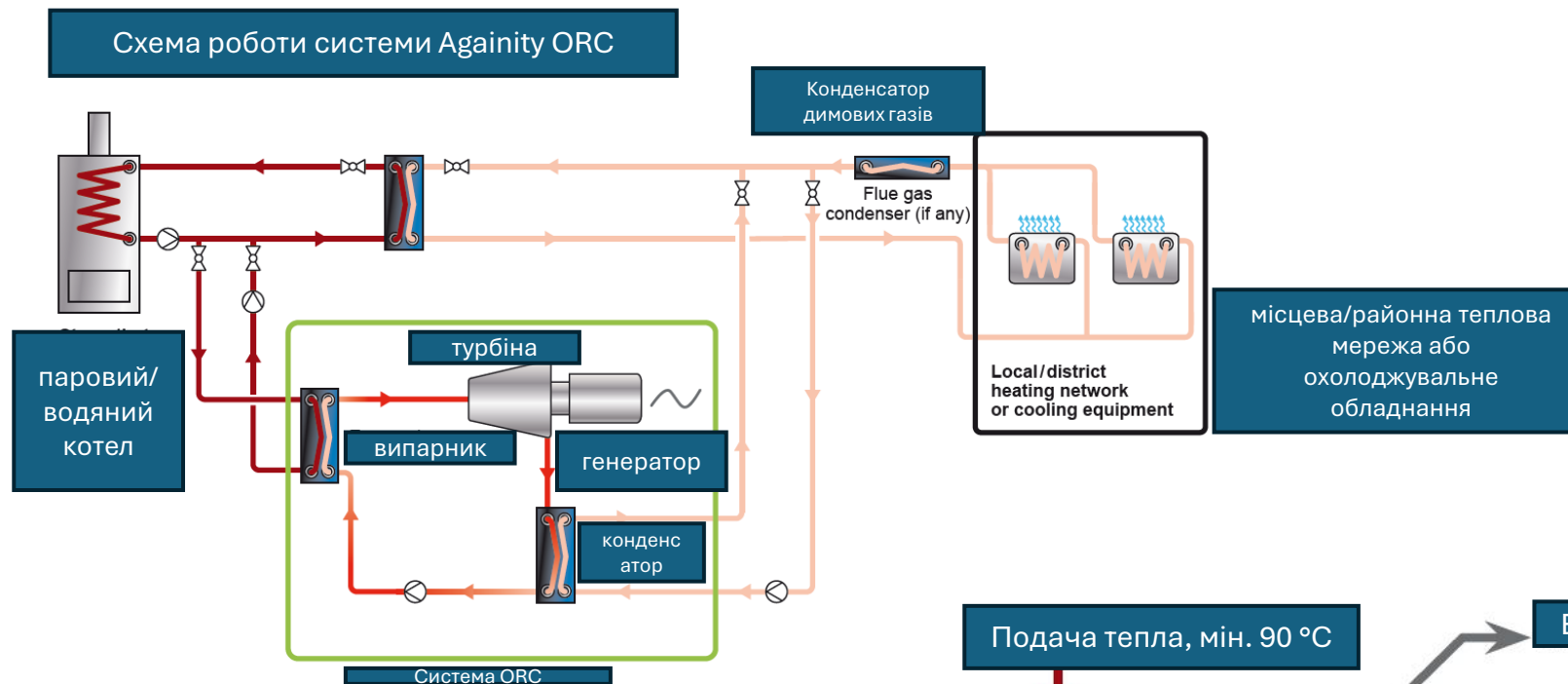


# Інші проблеми при низьких температурах навколишнього середовища.

1. Конденсаційні економайзери втрачають ефективність при підвищенні температури  $T_2$  до  $600^{\circ}\text{C}$ , що призводить до зниження потужності котельні на 15-20%.
  2. При різкому падінні тиску  $P_1$  у воді починають виділятися розчинені гази, що ускладнює роботу систем опалення.
- Вирішенням проблеми є наявність достатньої резервної потужності для забезпечення температурного графіка, інакше мережа ТЕЦ стане неробочою.
  - Температурний графік не слід знижувати без належного обґрунтування;
  - Подачу тепла за низькотемпературним графіком слід здійснювати лише у спеціально збудовані будівлі.

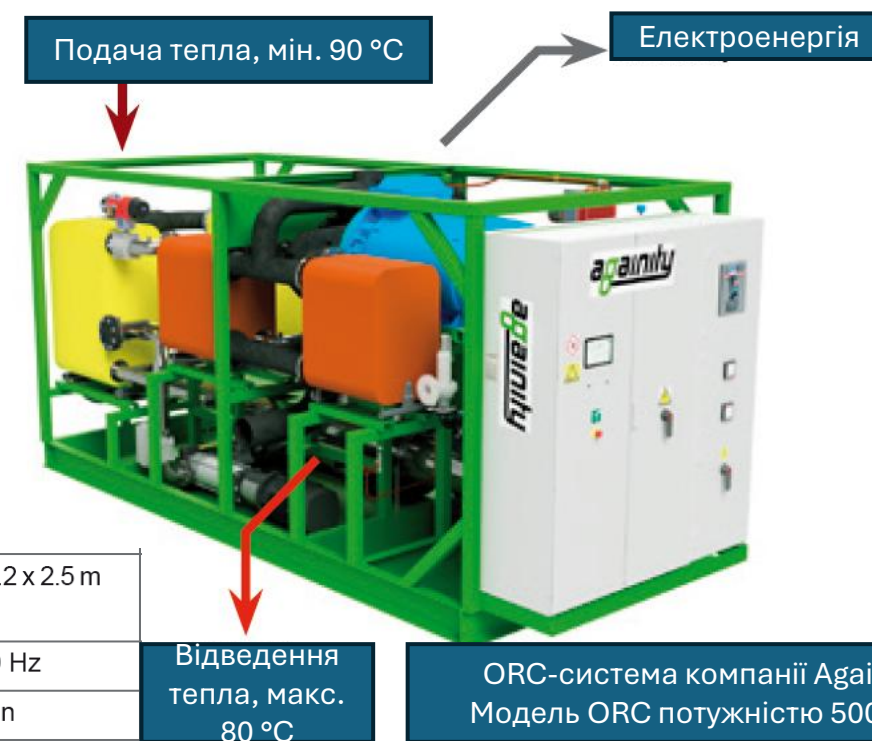
# СХЕМА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ НА БІОМАСІ З ТЕХНОЛОГІЄЮ ORC





### Проста схема встановлення:

1. Два трубопроводи підключаються до котельного контуру.
2. Ще два трубопроводи інтегруються в мережу централізованого тепlopостачання.
3. Здійснюється підключення до електромережі.
4. У результаті — ви отримуєте повноцінну теплоелектростанцію.



## ORC-модулі потужністю від 50 до 2500 кВт

|                                  | AT50                                                                              | AT100                                                                             | AT200                                                                              | AT500                                                                               | AT1000                                                                              | AT2500                                                                              |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  |  |  |  |  |  |  |
| Installed capacity               | 50 kW                                                                             | 100 kW                                                                            | 200 kW                                                                             | 500 kW                                                                              | 1000 kW                                                                             | 2500 kW                                                                             |
| Size <sup>1</sup><br>(L x W x H) | 3.5 x 1.6 x 2.1 m                                                                 | 3.8 x 1.5 x 2.4 m                                                                 | 5.2 x 2.3 x 2.4 m                                                                  | 6.0 x 2.3 x 2.5 m                                                                   | 12.2 x 2.5 x 2.9 m<br>Size of 40 ft container                                       | 20.0 x 2.5 x 2.9 m<br>Size of 40 + 20 ft containers                                 |
| Freq.                            | 50-60 Hz                                                                          | 50-60 Hz                                                                          | 50-60 Hz                                                                           | 50-60 Hz                                                                            | 50-60 Hz                                                                            | 50-60 Hz                                                                            |
| Voltage <sup>2</sup>             | 380-415V                                                                          | 380-415V                                                                          | 380-415V                                                                           | 380-415V                                                                            | 3000-6000V                                                                          | 3000-6000V                                                                          |

1. Наведені розміри є орієнтовними та можуть змінюватися залежно від технічних умов кожної конкретної ORC-системи.
2. Інші значення напруги — за запитом.

# Скорочення обсягів подачі теплової енергії та зменшення температури води у мережах

- Скорочення сукупних теплових втрат у трубопроводах системи централізованого тепlopостачання;
- Підвищення надійності та стабільності процесу тепlopостачання;
- Подовження строку експлуатації наявних трубопроводів, зокрема попередньо ізолюваних труб;
- Зменшення ризиків кипіння та пароутворення у разі розгерметизації мереж при високих температурах теплоносія (понад 100 °C);
- Підвищення енергоефективності котелень завдяки використанню конденсаційних котлів та економайзерів;
- Зростання ефективності виробництва електроенергії при інтеграції теплоелектроцентралей та когенераційних установок.

# Планування модернізації та розвитку ЦТ (технічний рівень)

- Застосування сонячних теплових колекторів для виробництва теплової енергії (показовий приклад — система у місті Саласпілс, Латвія).
- Використання скидного тепла як джерела теплопостачання — зокрема, у місті Кедайняй надлишкове тепло від підприємства Lifosa здатне повністю покривати потреби міста у тепловій енергії.
- Впровадження органічного циклу Ренкіна (ORC) для комбінованого виробництва теплової та електричної енергії.
- Недостатнє використання потенціалу підігріву та зволоження повітря для процесу горіння у котельнях, попри доведену ефективність таких рішень у країнах Скандинавії.

**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!**