

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет автоматизації і інформаційних технологій  
Кафедра автоматизації технологічних процесів

# **Автоматизована система енергоощадного керування опаленням адміністративної будівлі з адаптивним налаштуванням параметрів**

Виконав:

Мельник Д.В.

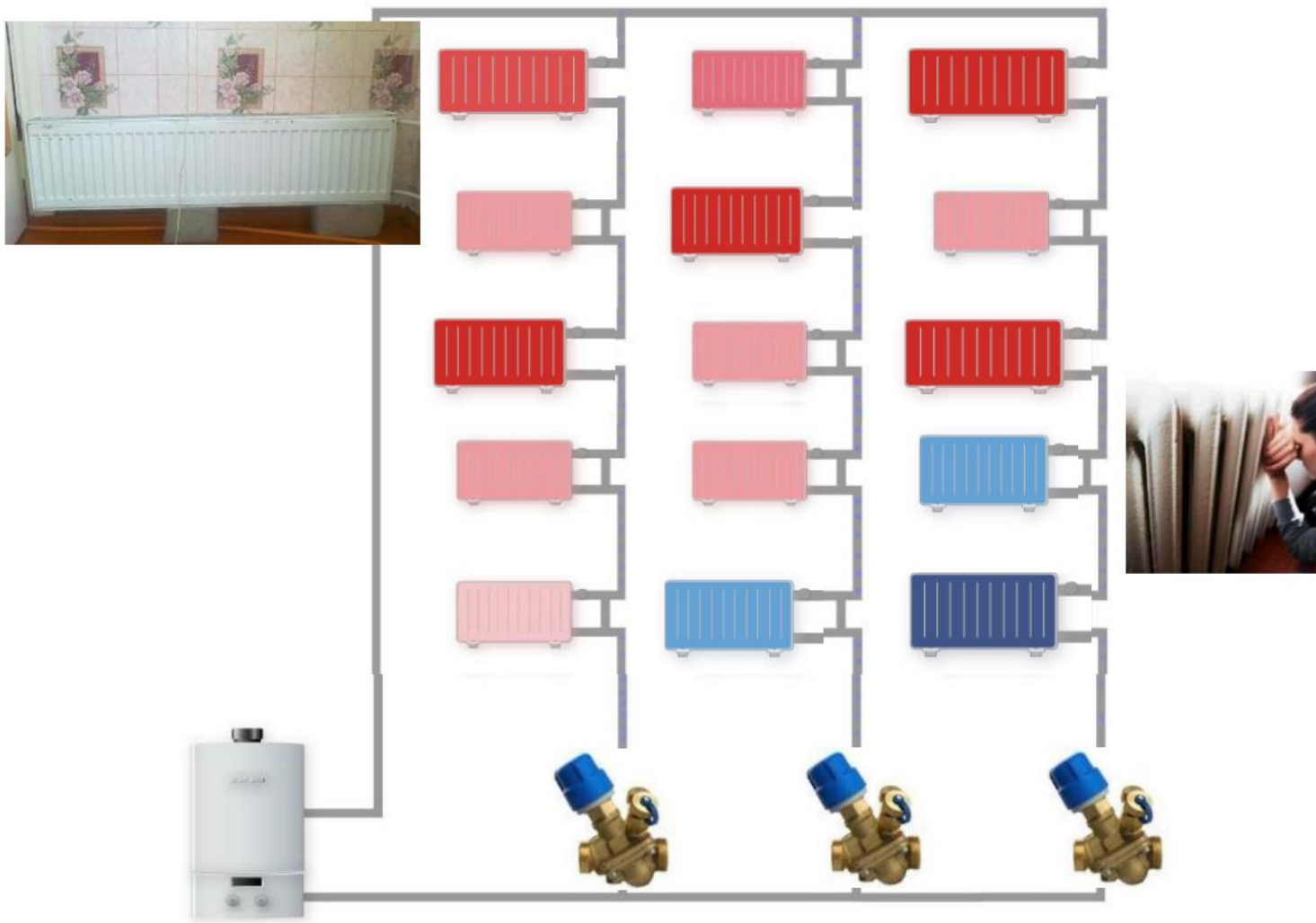
## Актуальність теми

- Близько 50% енергії що споживає адміністративна будівля витрачається на опалення, а враховуючи великі розміри будівлі споживання суттєві
- Коректна та ефективна робота системи опалення дозволяє заощадити 20-35% тепла
- Автоматизоване керування опаленням дозволяє точно підтримувати комфортні температурні умови в приміщенні, уникати перетопів, раціонально використовувати енегроносії, що в наш час має особливу актуальність.

## Складові системи Опалення будівлі.

- Система опалення будівлі складається з двох ключових складових теплопункту та внутрішніх теплових мереж
- Теплопункт готує теплоносій з заданими параметрами для контурів опалення
- Теплопункт реалізує «якісне» керування - по температурі теплоносія
- Внутрішні мережі доставляють теплоносій до опалювальних приладів (батарей)
- Важливим є рівномірний розподіл теплоносія, мережі повинні бути збалансовані

## Приклад порушення балансу в системі

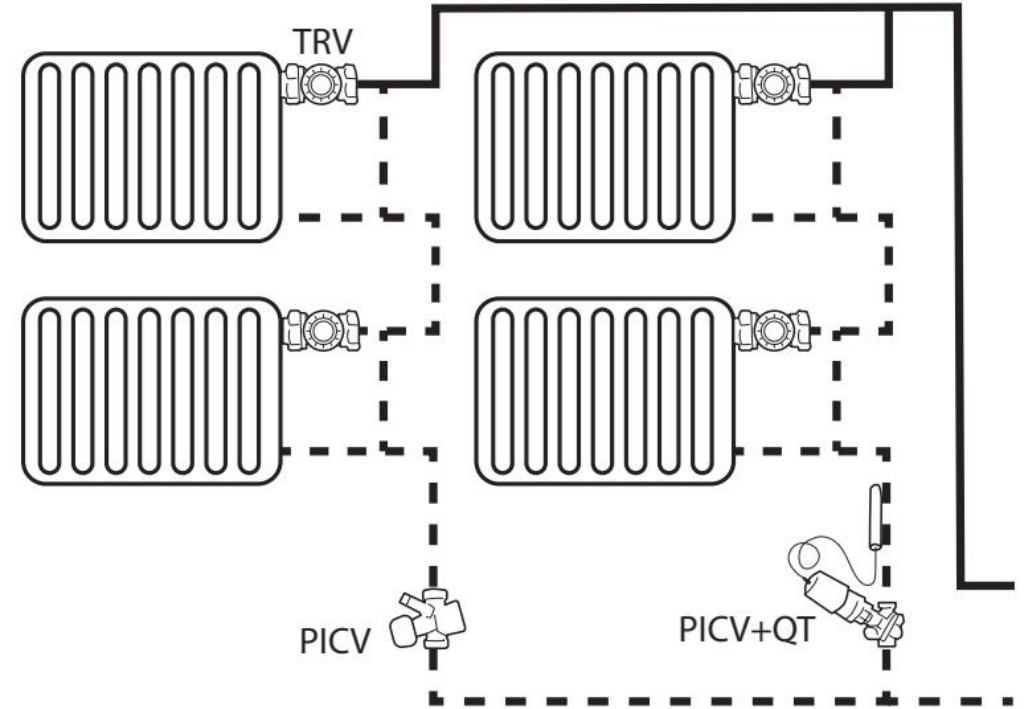


Тепло в гілках опалення розподілено не рівномірно:

- Перша гілка тепла багато, хоча всі прилади працюють нормально
- Друга – тепла менше на нижньому поверсі тепла недостатньо
- Остання – тепла недостатньо

# Приклад балансування системи опалення

Балансування може бути реалізовано по перепаду тиску чи по перепаду температури



*Danfoss products:*



TRV: RA-G + RA



PICV: AB-QM



PICV+QT: AB-QT

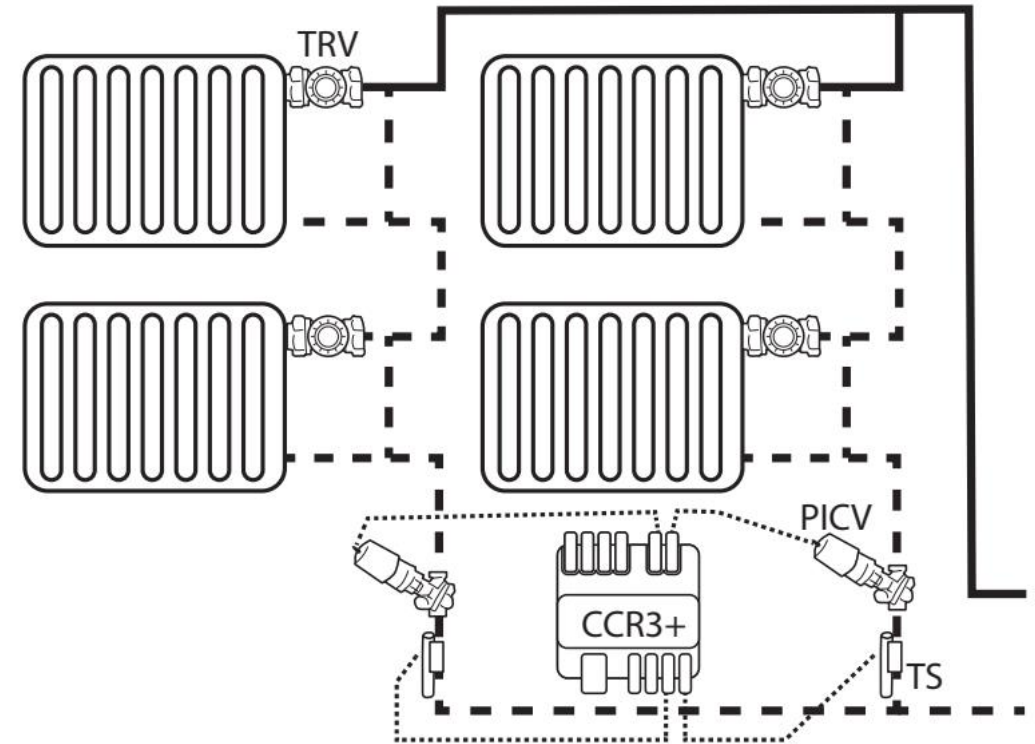
# Приклад балансування системи опалення

Кількісне регулювання

Комбінований спосіб

Балансування по перепаду тиску +  
по перепаду температур=постійна  
різниця температур по гілках  
опалення

Компенсація нерівномірних  
тепловтрат по фасадах будівлі



*Danfoss products:*



TRV: RA-G + RA

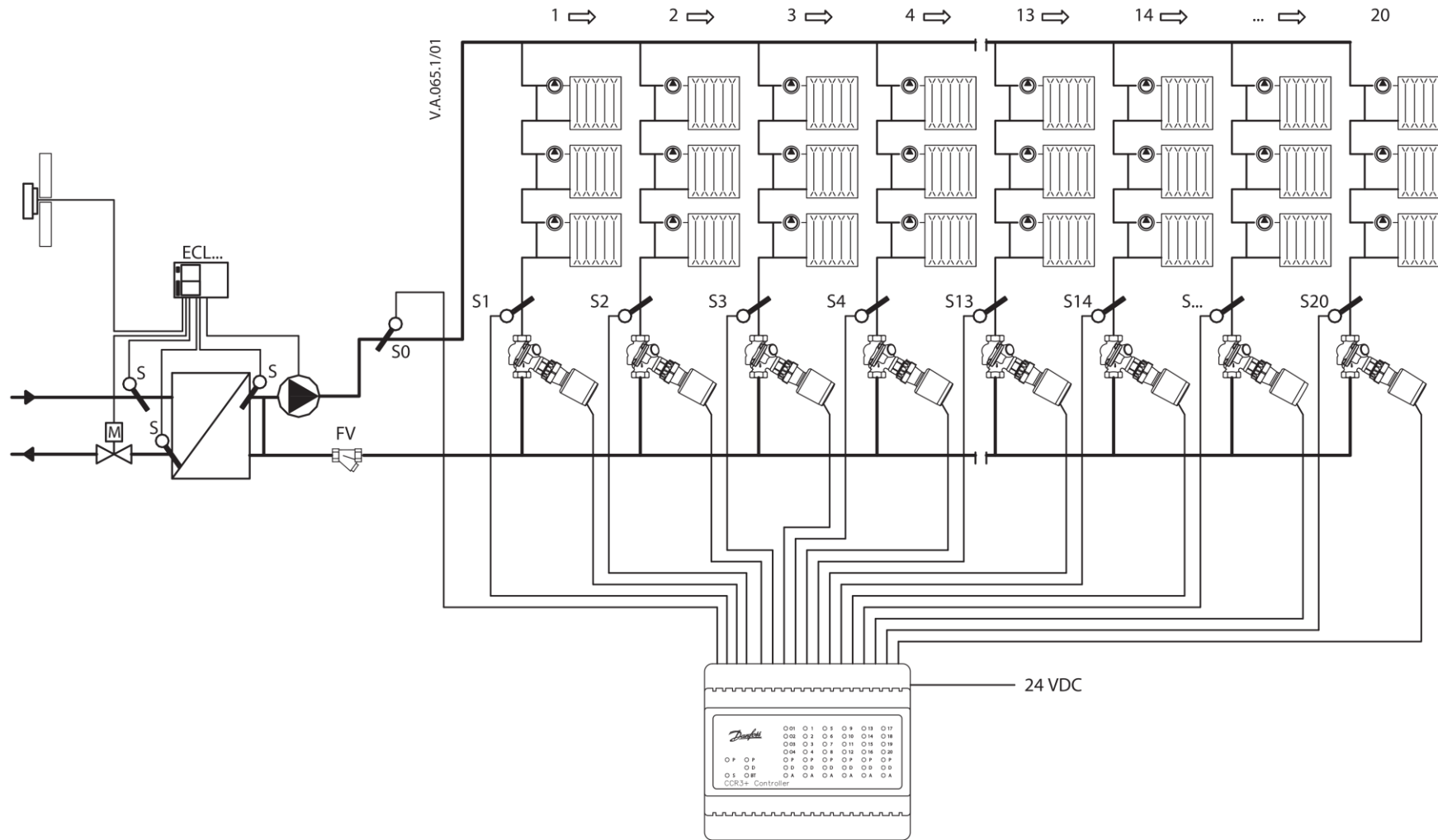


PICV: AB-QM+TWA-Q



CCR3+

# Схема Автоматичного балансування



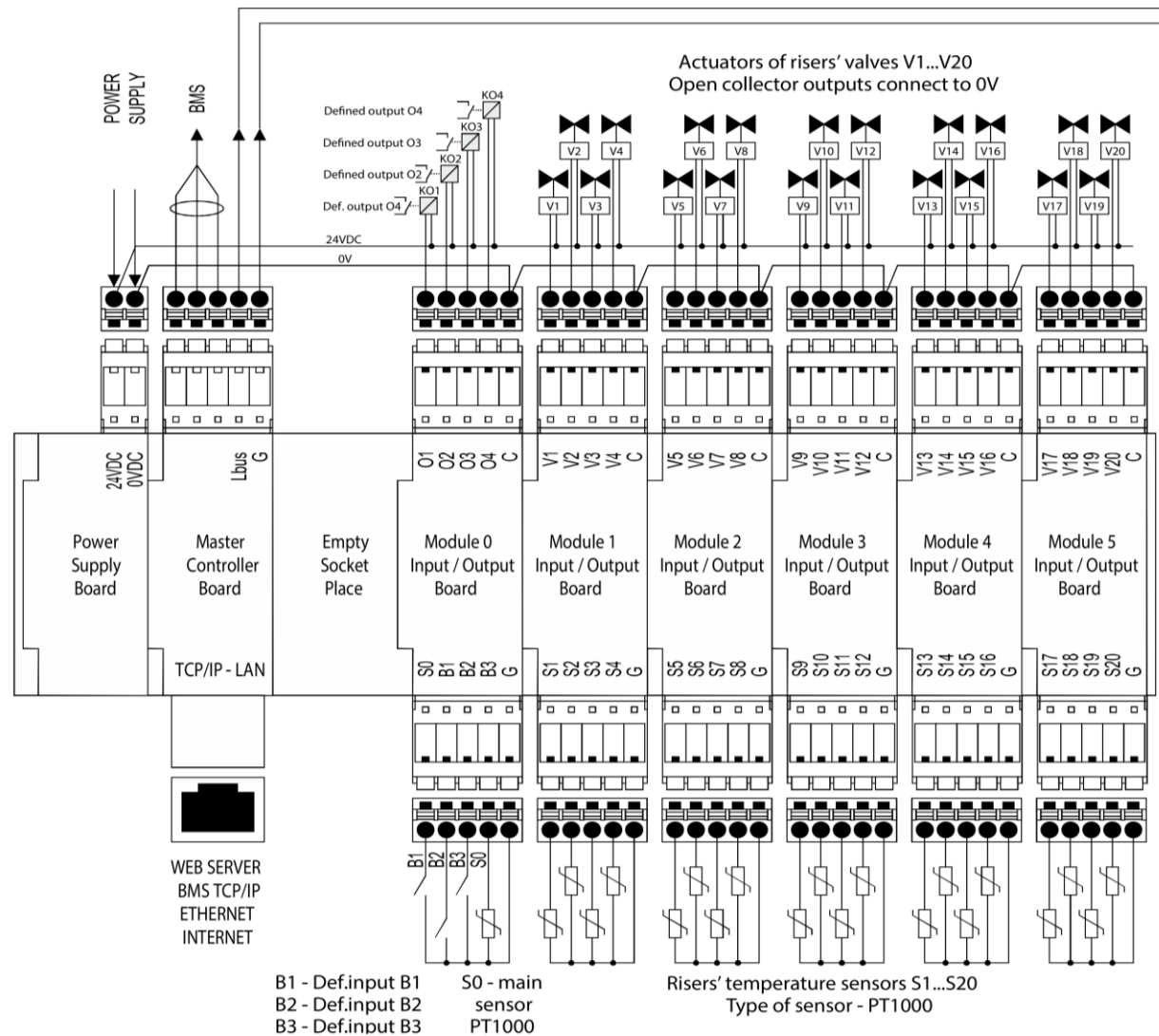
S0 датчик температури подачі

S1..S20 датчики температури зворотного теплоносія кожного зі стояків

Контролер вимірює температуру зворотного теплоносія та подає команди на приводи балансировочних вентилів

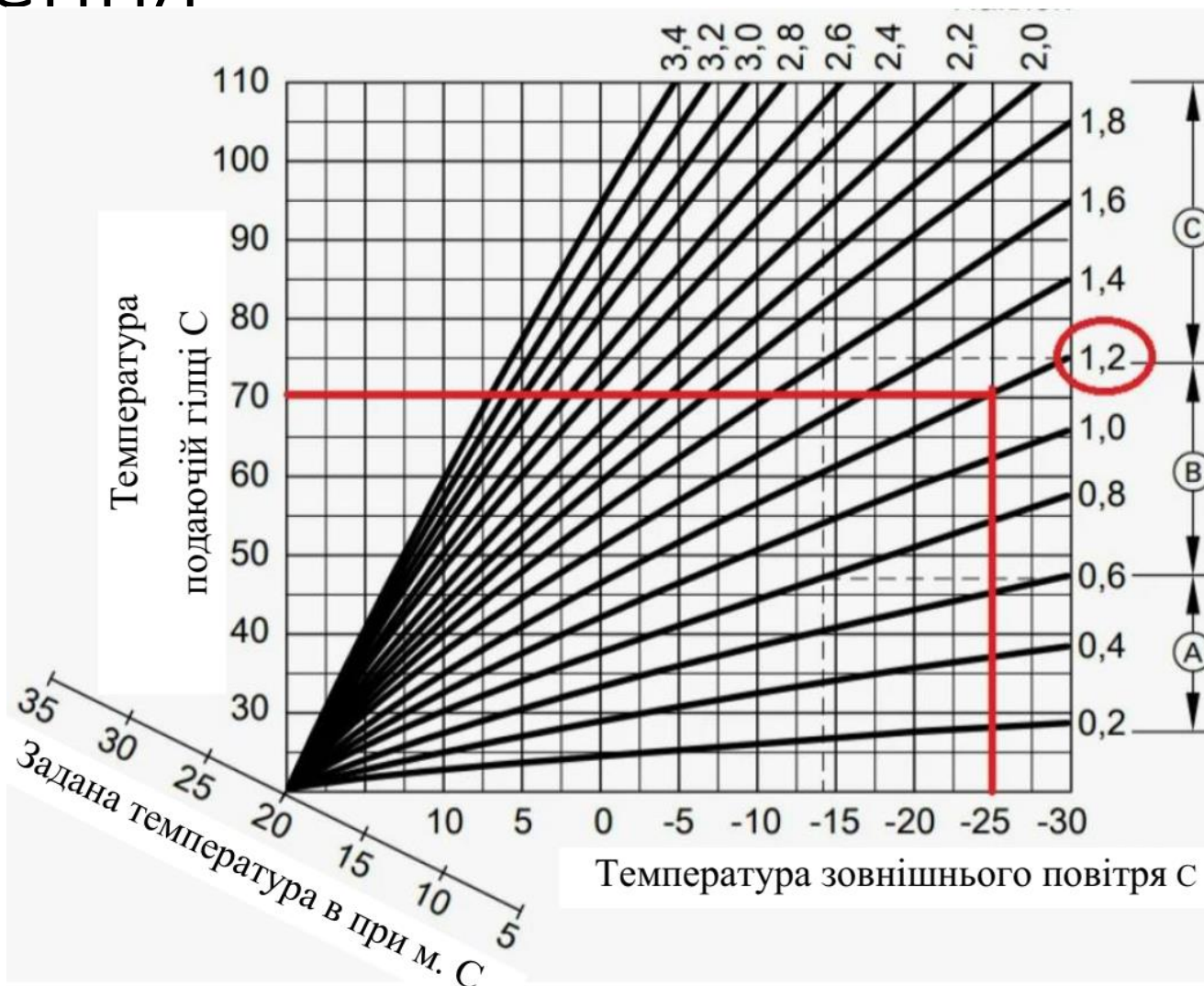
Балансировочні вентиля регулюють розподіл теплоносія по стояках

# Автоматичне балансування Схема принципова



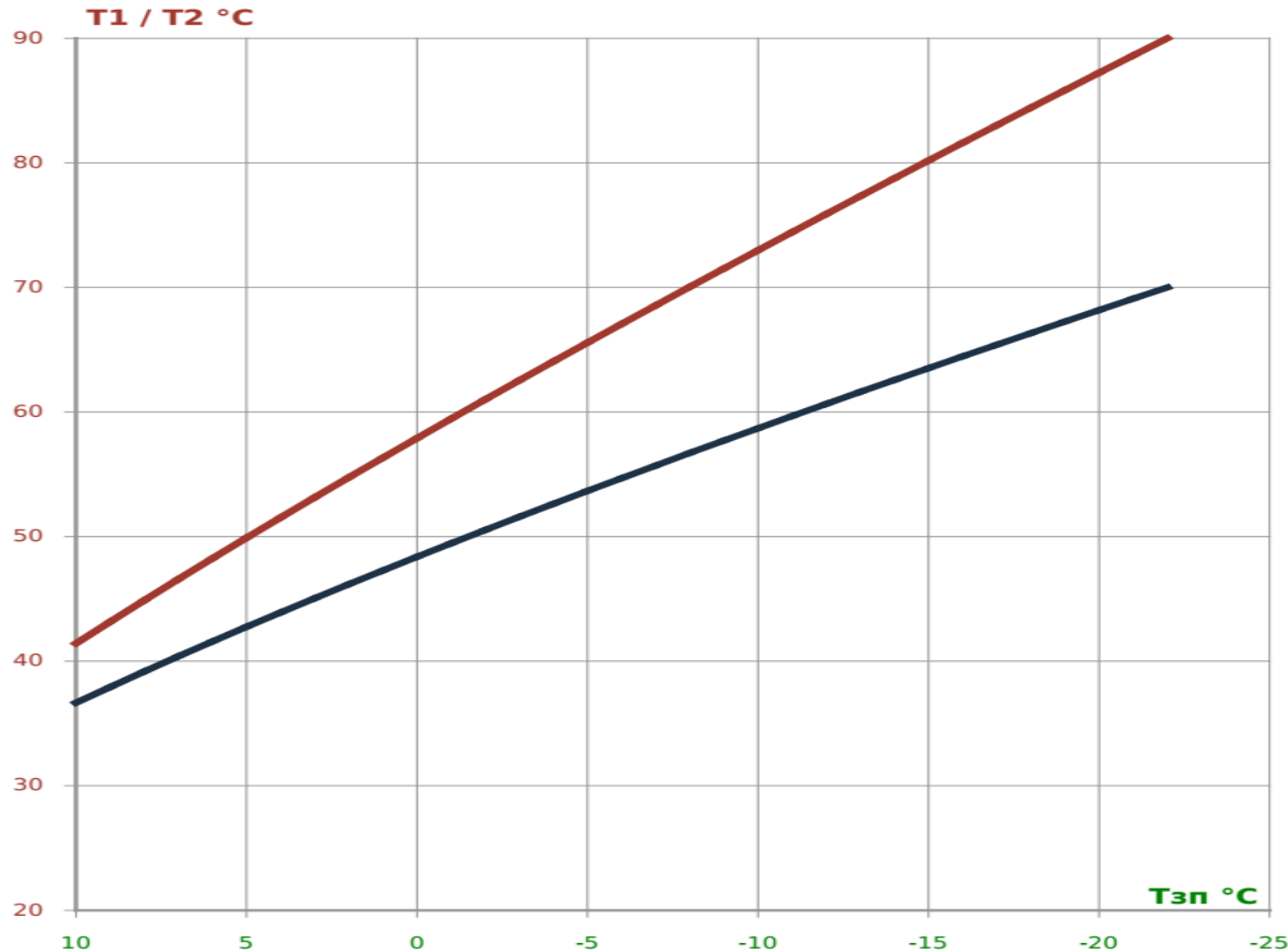
- Датчик температури подаючої гілки (S0) встановлюють на подаючому трубопроводі, а датчики температури зворотного теплоносія встановлюють на кожній гілці опалення.
- Сигнали з датчиків безпосередньо подаються на клеми контролера.
- Термоелектричні приводи балансіровочних вентилів також підключені безпосередньо до клем контролера.
- Для інтеграції системи балансування опалення в загальну систему диспетчеризації контролер має проти RS-485 з підтримкою протоколу MODBUS та порт LAN TCP/IP.

# Якісне керування температурою в контурі опалення



- Температура в контурі опалення залежить від температури зовнішнього повітря
- Кут нахилу кривої опалення залежить від типу опалення: А – тепла підлога
- В – батарейне опалення в утепленому приміщенні
- С – батарейне опалення в слабо утепленому приміщенні

# Температурний графік системи опалення



Типовий погодозалежний графік системи опалення 90/70 для м. Київ

- Температура в подаючій гілці +40°C при температурі зовнішнього повітря +10°C (початок опалення)
- При температурі зовнішнього повітря -23°C (морозний максимум в м. Київ) температура подачі +90°C
- Температура зворотного теплоносія +38 та +70°C відповідно

# Математична модель системи опалення

Приміщення, що опалюється по каналу «температура теплоносія-температура повітря в приміщенні» можна представити як аперіодична ланка першого порядку

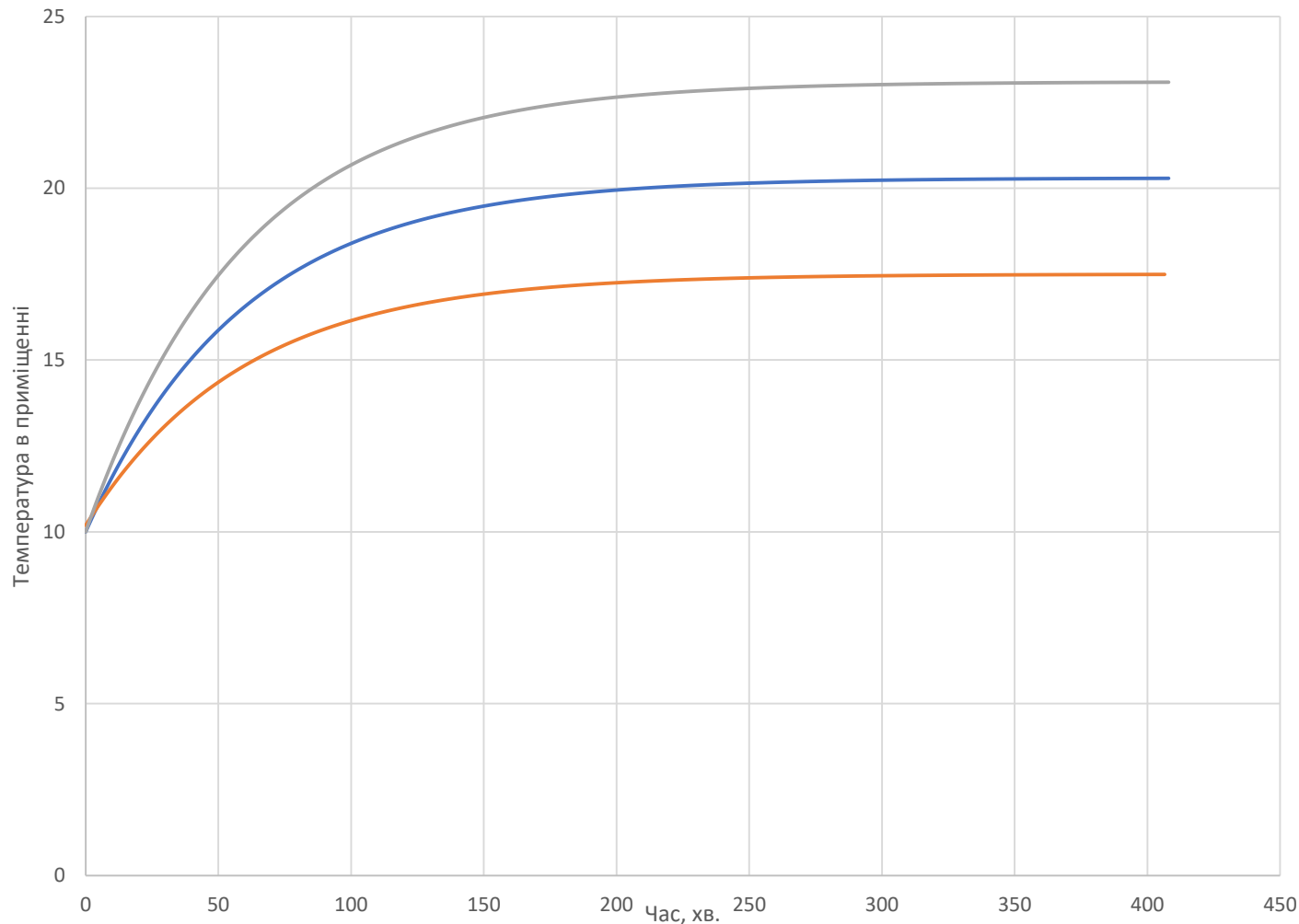
$$W = \frac{K_{\text{пр}}}{T_{\text{пр}} * p - 1}$$

Коефіцієнт підсилення 0,35

Стала часу приміщення 60хв.

# Графіки зміни температури

Графік зміни температури



Приймаємо:

Температура зовнішнього повітря 0°C, (середня для опалювального періоду в м. Київ)

Температура подачі 50°C, 55°C та 66°C відповідно

Початкова температура в приміщенні +10°C

Час прогріву приміщення до +20°C при температурі подачі 50°C – близько трьох годин

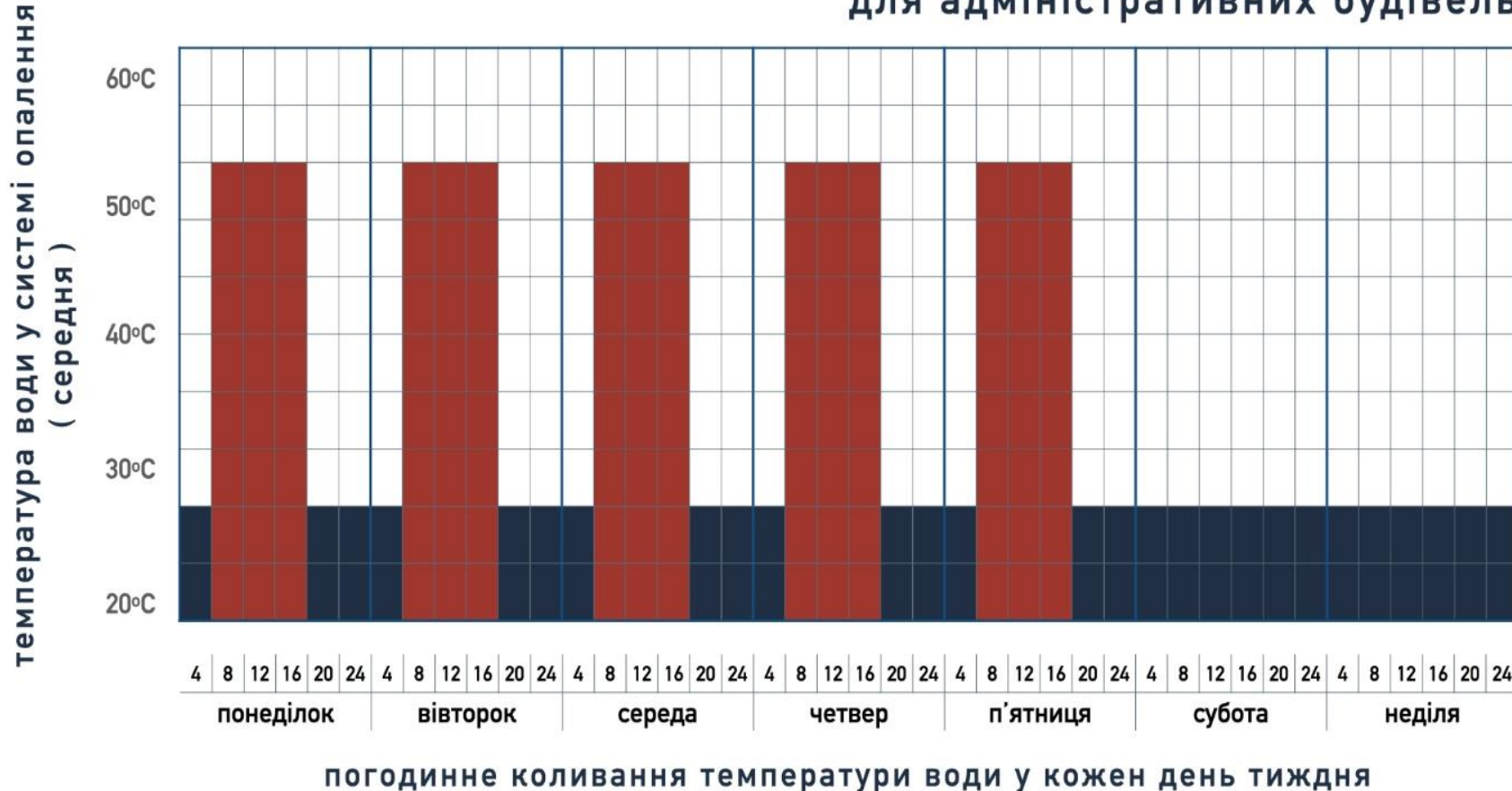
Температура в приміщенні при подачі +50°C = +20,3°C

При вищій подачі – прогрів швидший, однак є перетоп

При нижчій температурі подачі приміщення недогріте.

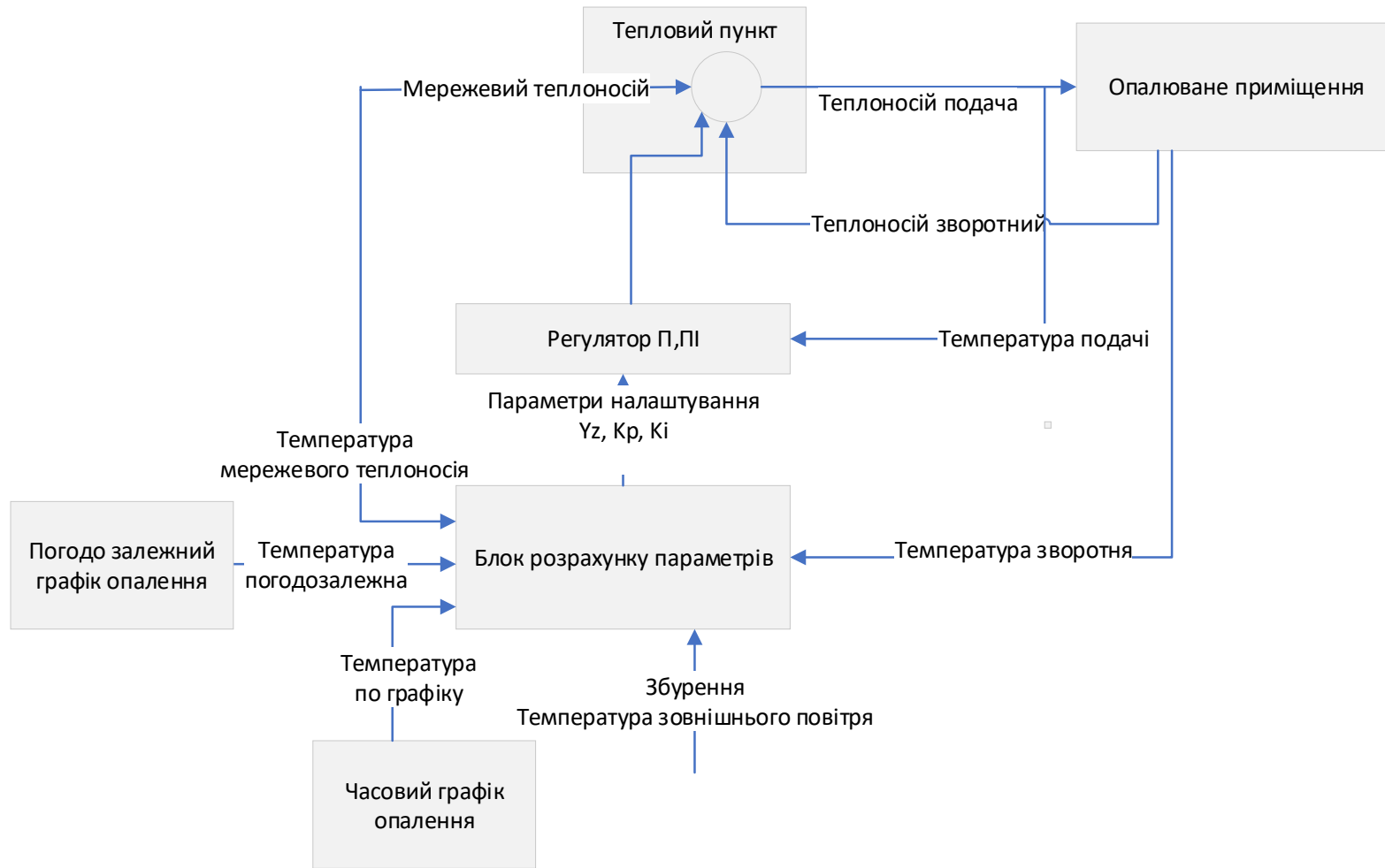
# Двох температурне опалення

додаткове зниження температури у неробочий час  
для адміністративних будівель



Адміністративна будівля експлуатується лише в робочий час з 9:00 до 18:00 та по робочих днях пн-пт, тому доцільно використати двох температурне опалення: підтримувати комфортну температуру в робочий час, а решта часу - температуру економну

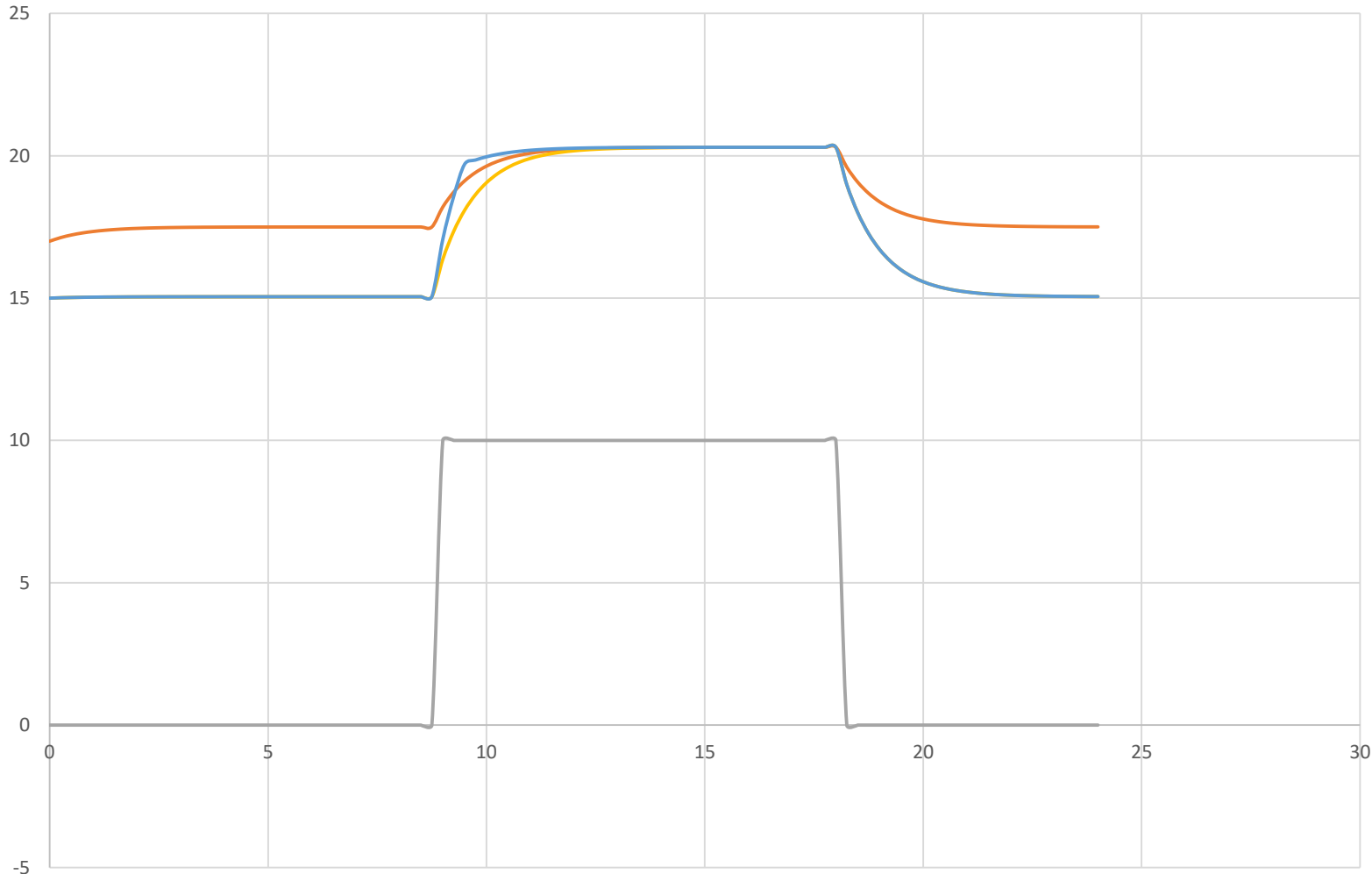
# Структурна схема регулятора



- Для реалізації функцій керування пропонується двох рівневий регулятор: на нижньому П, ПІ чи ПІД регулятор підтримує задану температуру подачі, на вищому – адаптивний блок розраховує параметри налаштування та завдання для регулятора нижнього рівня.
- Блок розрахунку параметрів аналізує поточну температуру мережевого теплоносія, температуру зворотного теплоносія, температуру зовнішнього повітря та графіки погодо- та часово – залежних температур.
- Блок розрахунку параметрів обчислює можливість переходу на температуру економну, її допустиме значення та час для переходу до температури комфортної.

# Двох температурне опалення. Перехідні процеси

Температура в приміщенні



- Подача 50/58
- Графік
- Подача 43/50
- Прискорений нагрів

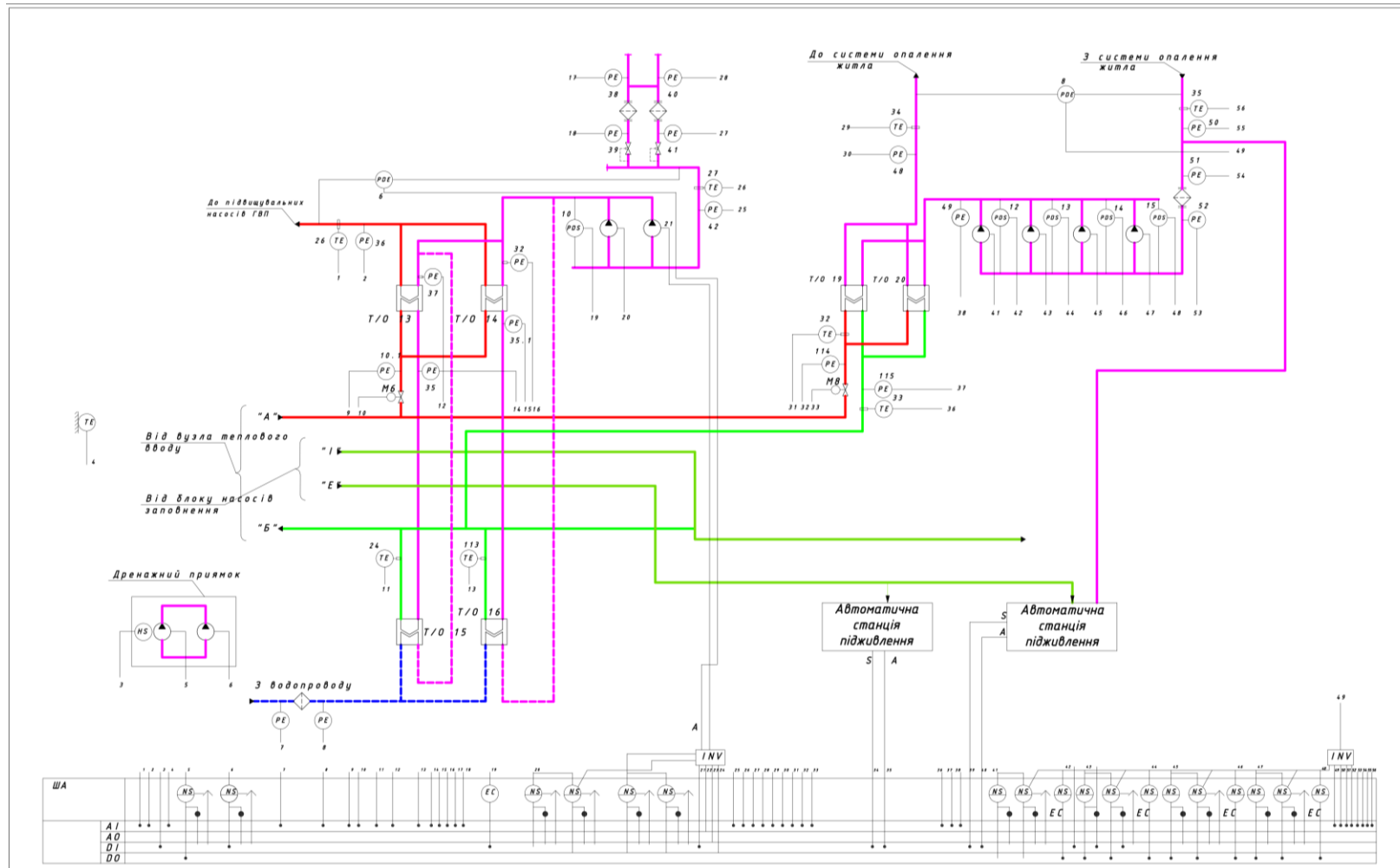
Для прогріву приміщення з температури економної до температури комфортної потрібен час:

З 17°C до 20°C – 40хв; з 15°C до 20°C – 1,5 год .

При використанні прискореного нагріву (подача 66°C) час прогріву зменшується до 30хв.

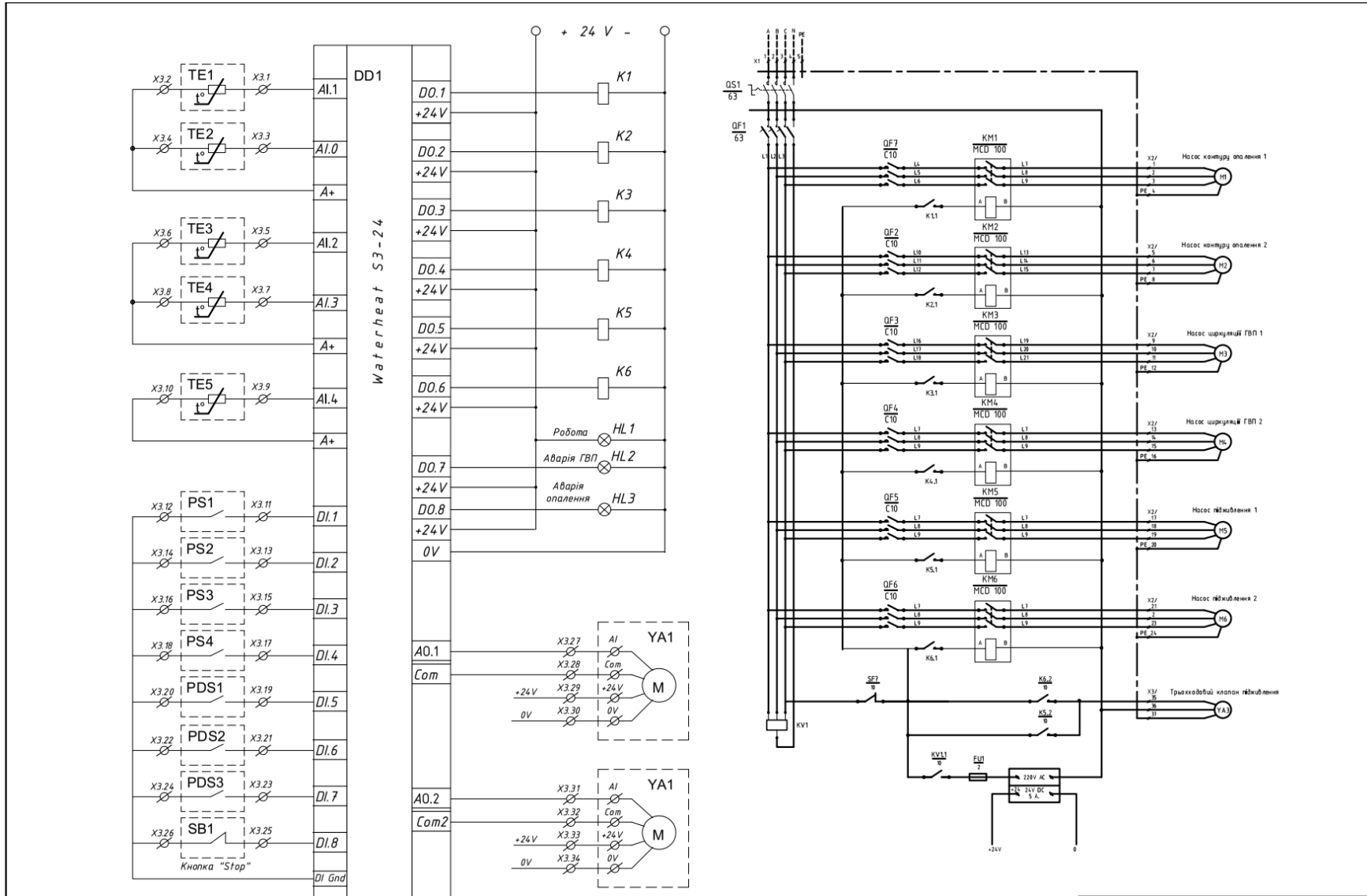
Використання двох температурного графіку потребує «запасу потужності» системи опалення.

# Автоматизація тепlopункту Схема функціональна



- Датчики вимірюють Температуру магістрального теплоносія, температуру в контурі опалення та ГВП
- Контролер керує подачею магістрального теплоносія в теплообмінники для підігріву контуру опалення та ГВП
- Контролер керує продуктивністю циркуляційних насосів з ПЧ
- Перемикає Робочий /резервний
- Сигналізує про несправності

# Шафа автоматики тепlopункту. Схема принципова



- Використано спеціалізований контролер Waterheat S3-24 ф. Раут-Автоматік.
- Датчики підключені безпосередньо до входів контролера.
- Аналогові сигнали керування безпосередньо подаються на виконавчі механізми
- Дискретні сигнали керування подаються через проміжні реле
- Для керування електродвигунами додатково використано контактори
- В схемі є ввідний рубильник, ввідний автоматичний вимикачі для кожного двигуна, автоматичний вимикач живлення шафи автоматики, реле контролю фаз

# Висновки

Використання системи автоматики дозволяє:

- Реалізувати динамічне балансування стояків опалення;
- Рівномірно розподіляти тепло в будівлі;
- Підтримувати комфортні умови в приміщенні;
- Регулювати температуру в подаючому трубопроводі в залежності від тепловтрат будівлі;
- Раціонально використовувати енергоносії;
- Інтегрувати опалення в загальну систему диспетчеризації будівлі;
- Слідкувати за роботою обладнання, планувати ремонті та регламентні роботи.

Дякую за увагу