

Комбіновані теплові пункти з інтеграцією локальних теплових насосів та підходи до застосування великомасштабних теплових насосів

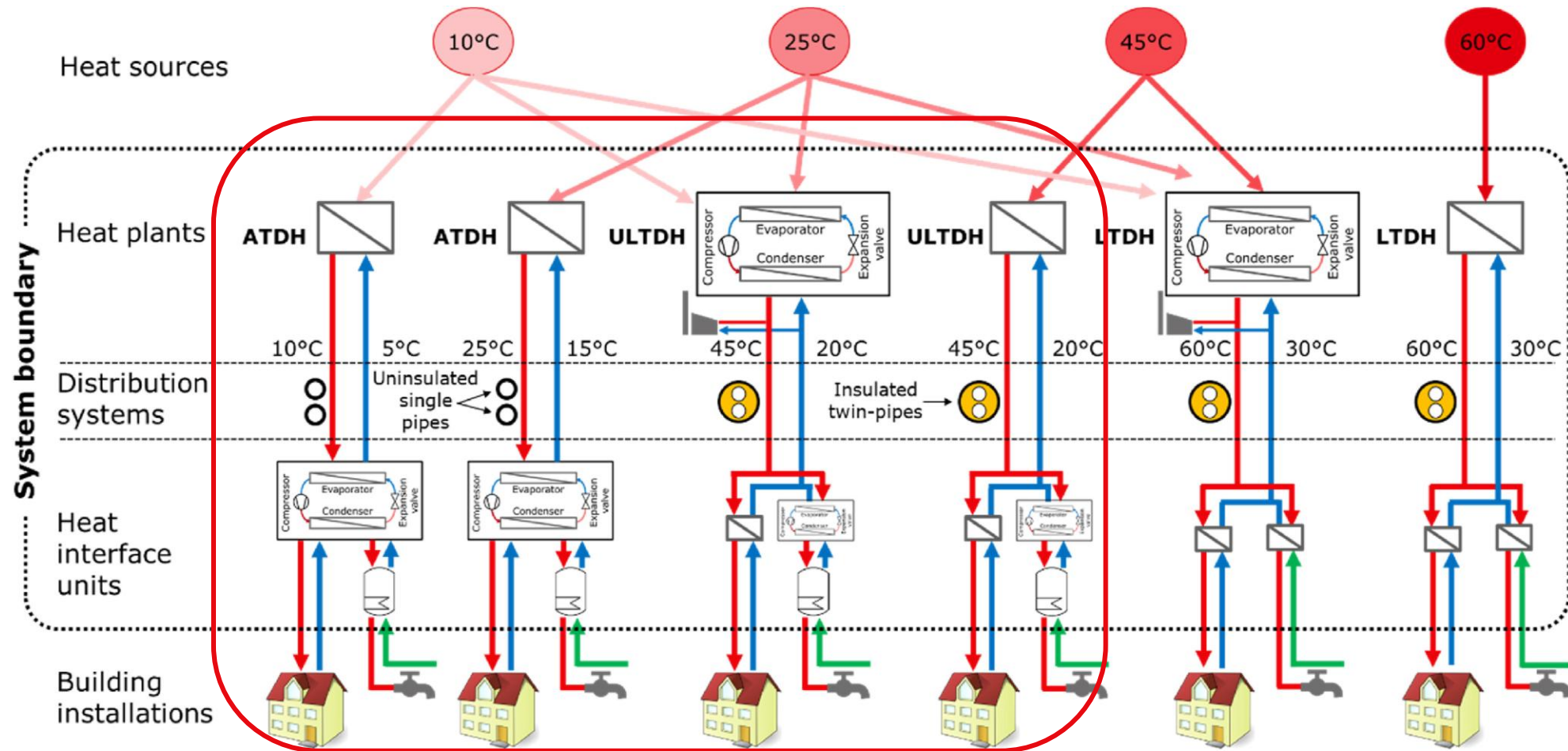
Локація: Сендерборг, Данія

Система: 2 x Energy Machines™, кожен з 4 компресорами Danfoss Turbocor®

Загальна потужність: 2.6 МВт



Концепція 5-го покоління.



Gudmundsson, O., Schmidt, R. R., Dyrelund, A., & Thorsen, J. E. (2022). Economic comparison of 4GDH and 5GDH systems—Using a case study. *Energy*, 238, 121613.

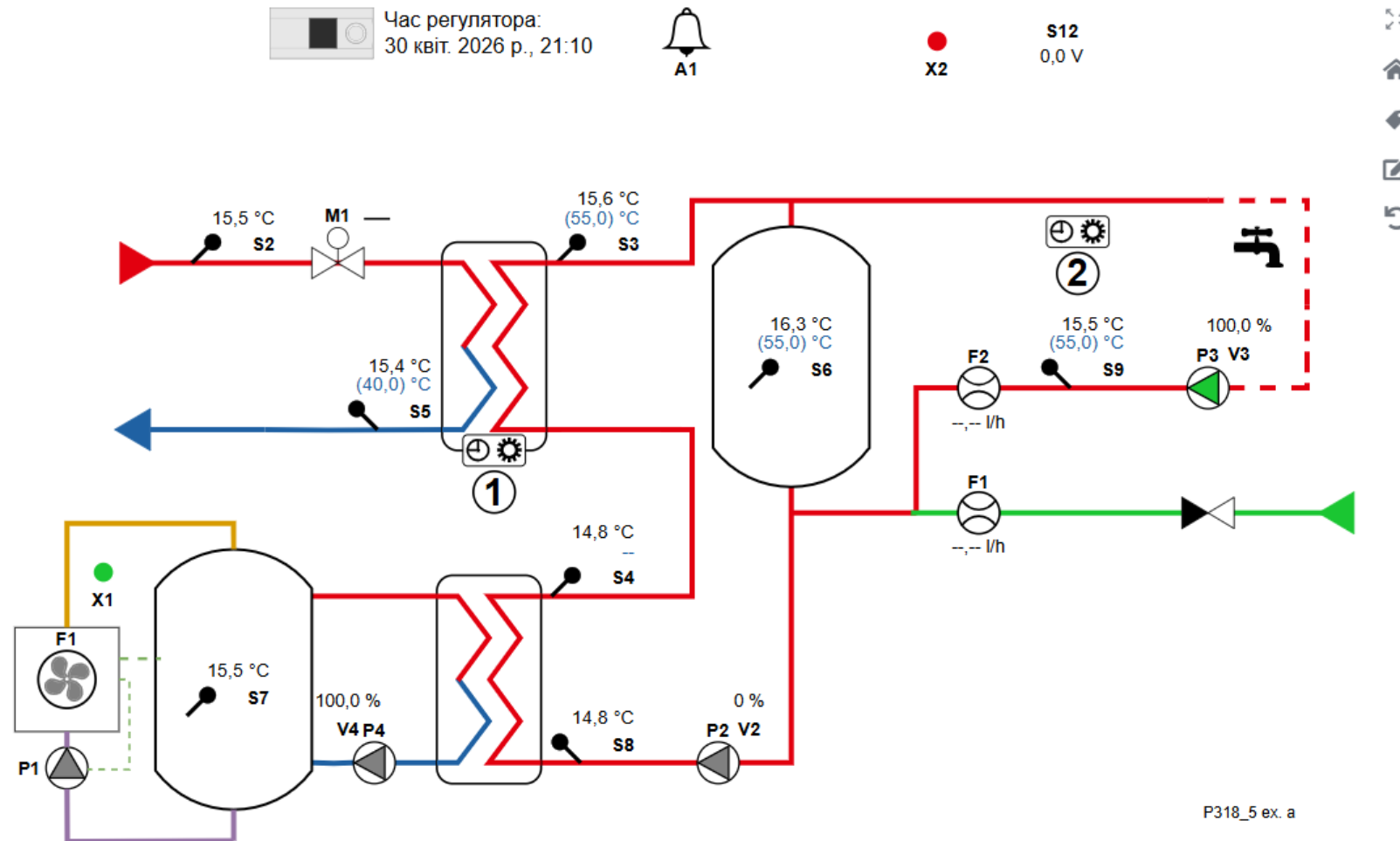
Загальне розділення за типами

Побутові теплові насоси – 3 – 100 кВт;
Напівпромислові (середньої потужності) – 100 кВт – 1 МВт;
Великомасштабні теплові насоси – 1-50 МВт.



Побутові та напівпромислові в комбінованих ІТП

Система гарячого водопостачання в багатоквартирному житловому будинку.
Існуюча система ЦТ поєднана з локальним тепловим насосом.



Побутові та напівпромислові в комбінованих ІТП

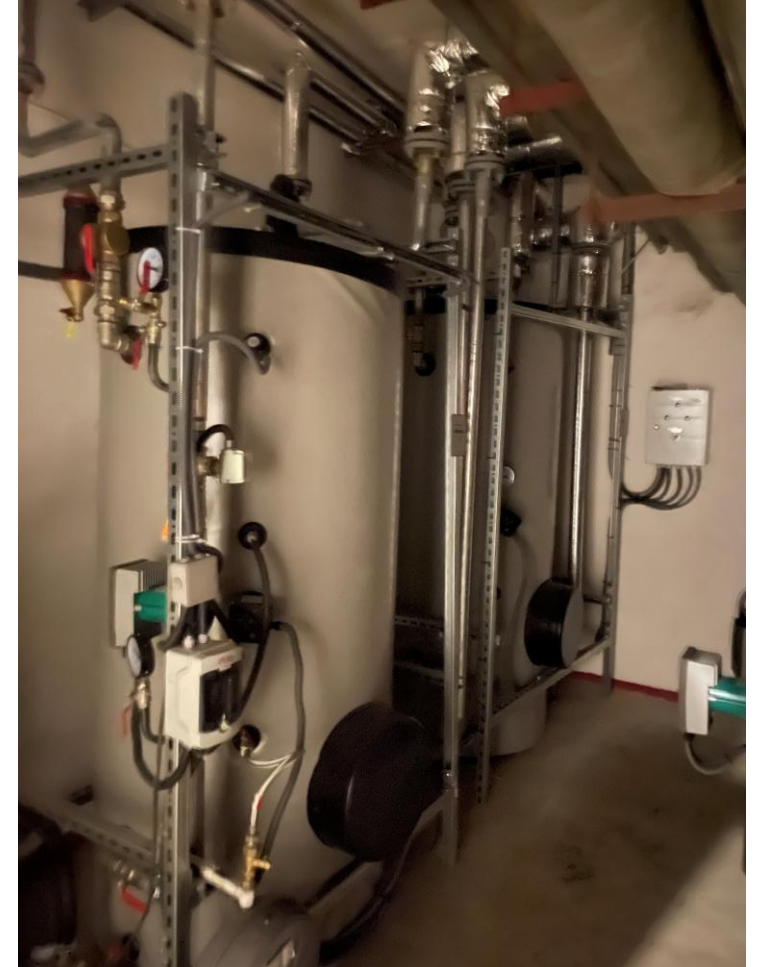
Тепловий насос



Теплообмінник ЦТ

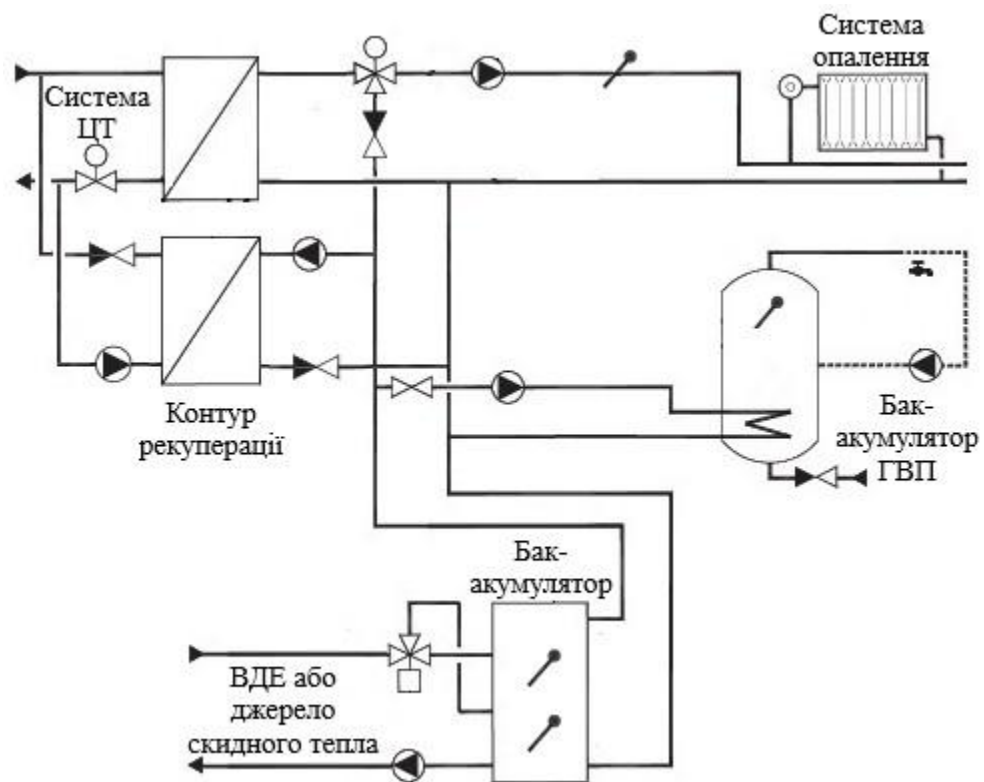


Баки акумулятори

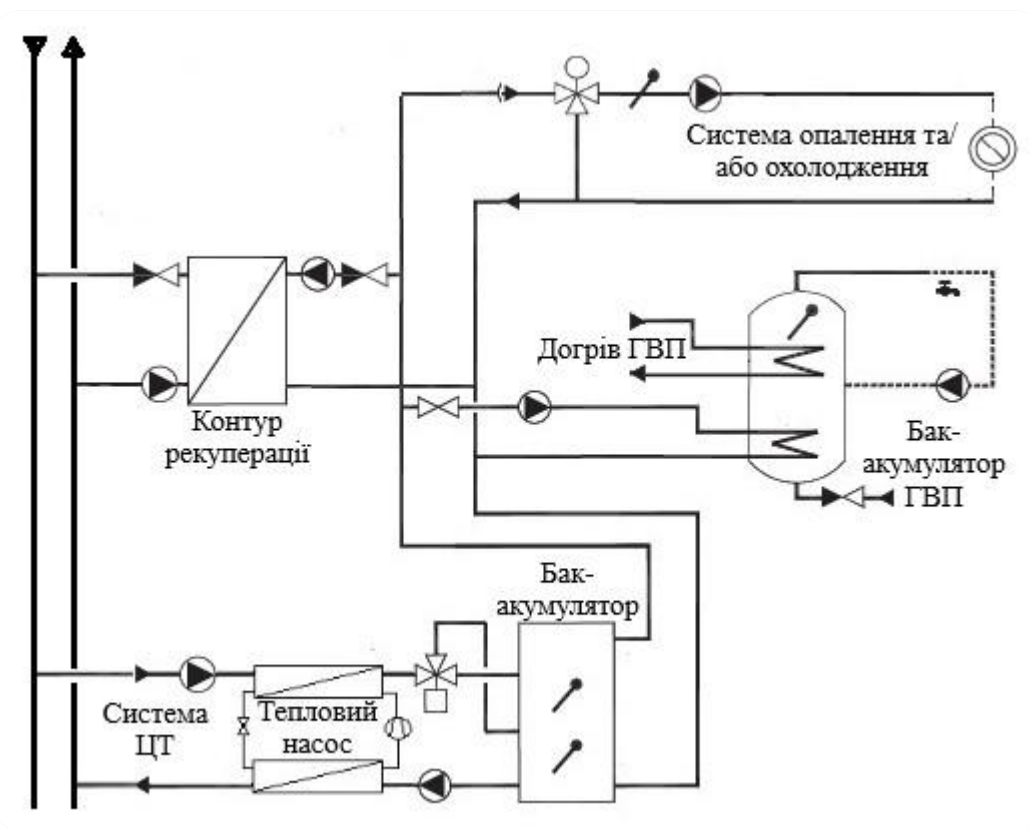


Двонаправлені ІТП

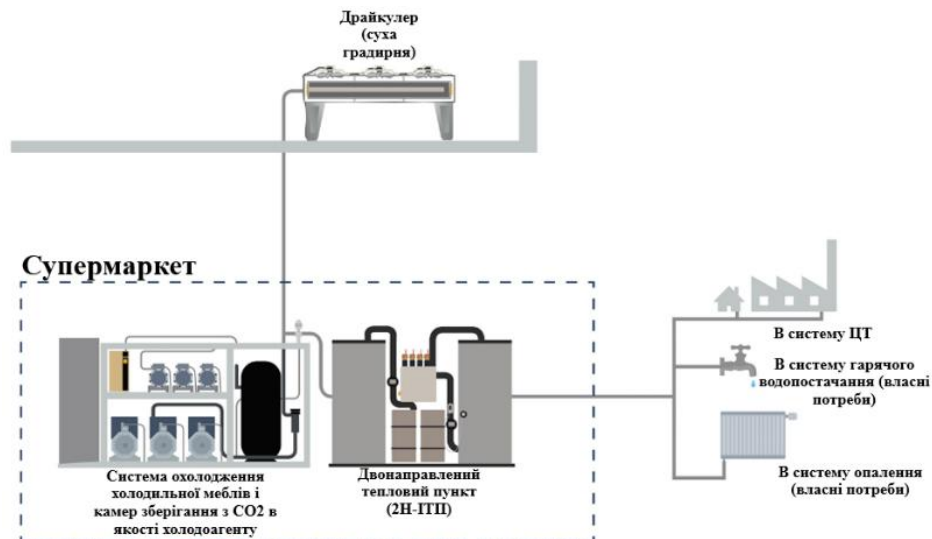
Тепловий насос, як допоміжне локальне джерело в існуючих системах ЦТ



Тепловий насос, як базове джерело в наднизькотемпературних системах ЦТ



Двонаправлені ІТП

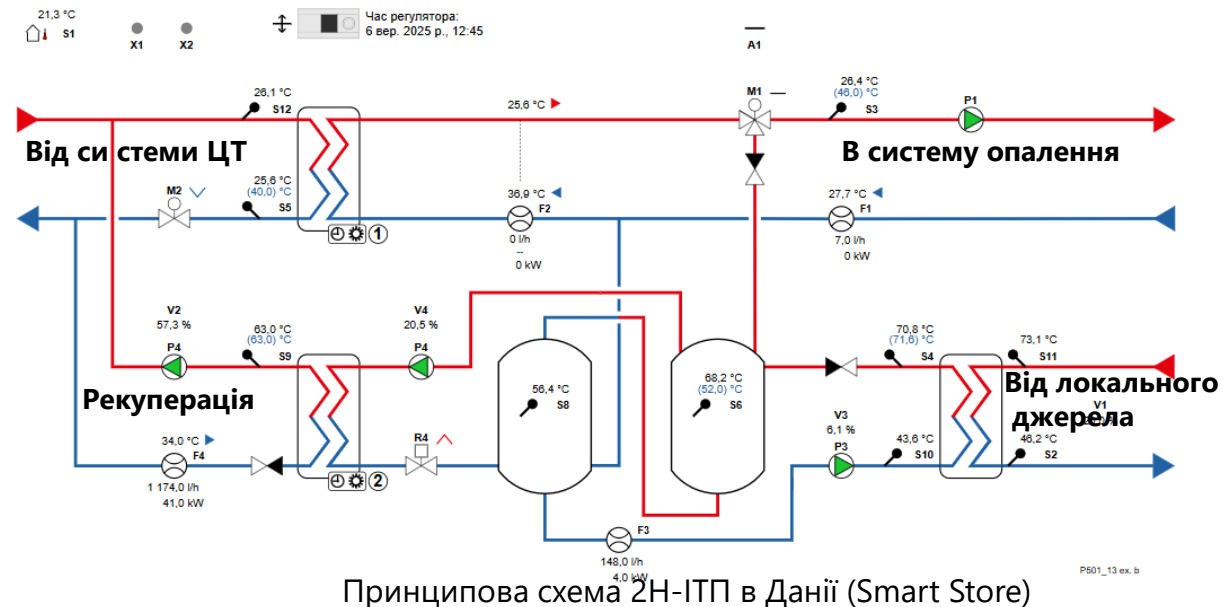


Загальна схема 2Н-ІТП з використанням надлишкового тепла від систем охолодження супермаркету

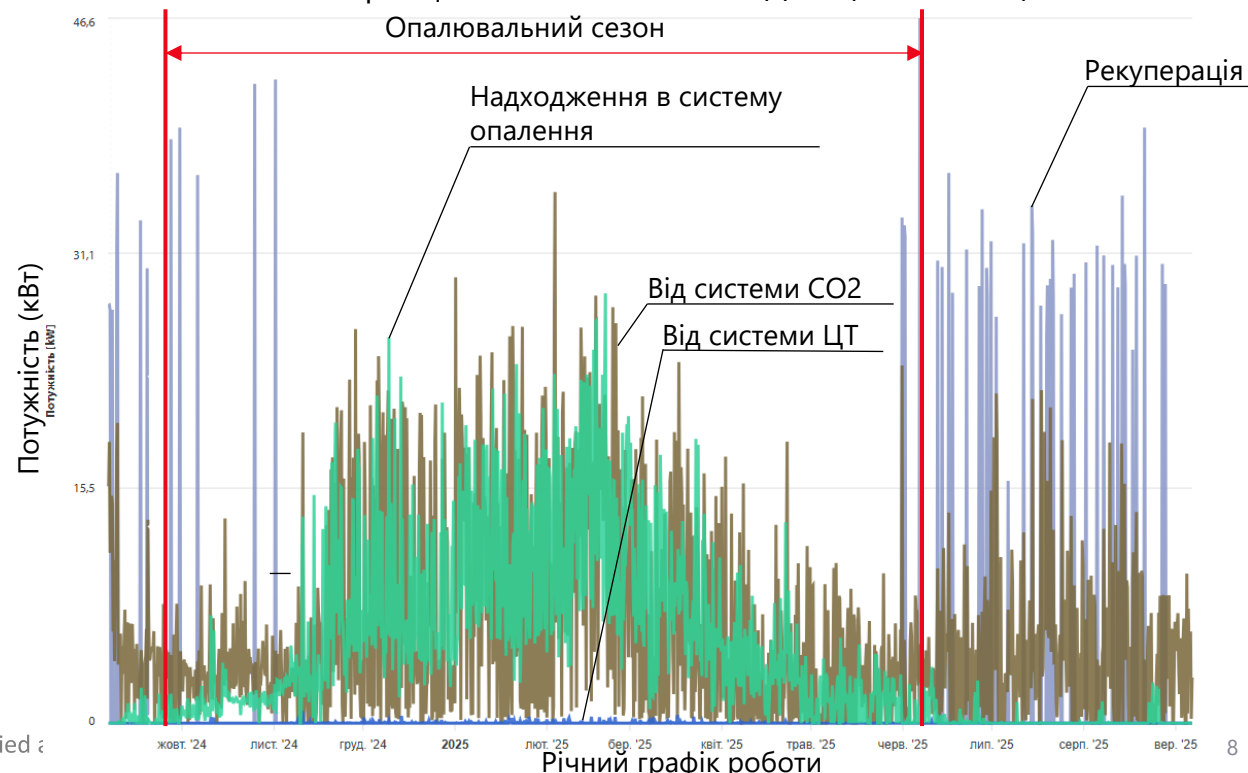
Відповідно до показників теплових лічильників за період з 6.09.2024 по 6.09.2025 було згенеровано, спожито та передано теплової енергії:

1. Надходження теплової енергії в систему опалення об'єкта з баків-акумуляторів (клапан М1) – **40 324 кВт·год**;
2. Надходження теплової енергії з системи ЦТ (клапан М2) – **93 кВт·год**;
3. Надходження теплової енергії від холодильного обладнання (CO₂-система) до баків-акумуляторів – **55 911 кВт·год**;
4. Повернення (продаж) надлишкової теплової енергії у систему ЦТ – **13 808 кВт·год**;
5. Втрати в системі складають **3,2%**.

Система: Danfoss Smart Store (Denmark, Lundenevej 4, 6430 Nordborg)



Принципова схема 2Н-ІТП в Данії (Smart Store)



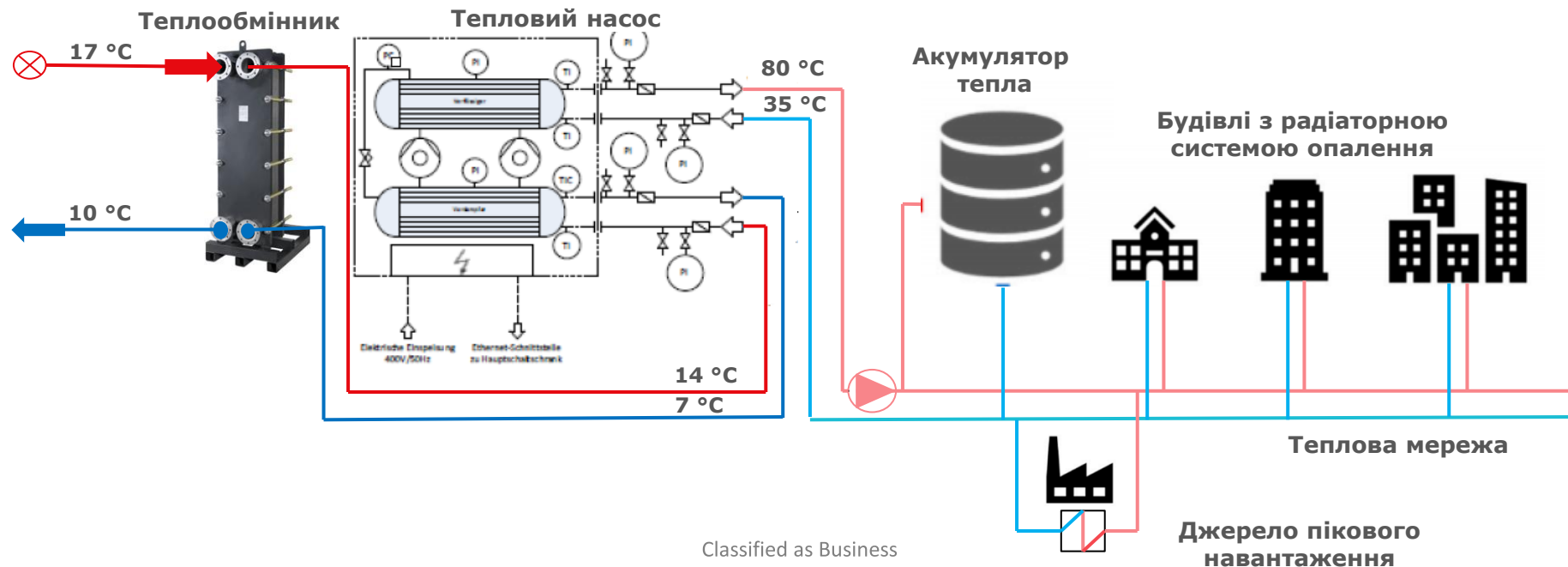


500 t

MAN

Ключові підходи до застосування ТН великої потужності

- 1) Використання низькопотенційних джерел тепла на основі системного аналізу доступних і легкодоступних ресурсів;
- 2) Зниження температурного графік;
- 3) Управління ΔT і зворотною температурою;
- 4) Акумуляція тепла — обов'язкова;
- 5) Інтеграція з існуючими ТЕЦ/котельнями;
- 6) Підвищення ефективності споживання та цифровізація.



Зниження температурного графік

TABLE 17. Examples of large heat pumps in Swedish district heat production (Friothersm 2005a; Friothersm 2005b; Euroheat & Power 2017; David et al. 2017)

Location	Company
Stockholm, Ropsten 1-3	Fortum Värme
Stockholm, Hammarby	Stockf Exergi
Gothenburg	Göteb Energi
Lund	Lunds AB
Järfälla	N/A
Helsingborg	Öresu
Malmö, Sysav	Sysav

TABLE 18. Examples of large heat pumps in Norwegian district heat production (Valor Partners 2016; David et al. 2017)

Location	Company
Oslo, Skøyen Vest	Viker Fjern
Oslo, Fornebu	Fortu fjern
Drammen	Dran Fjern
Oslo, Sandvika	Baer Fjern
Oslo, Lysaker	Fortu fjern
Trondheim	NTNI

TABLE 20. Examples of large h

Location	Company	Ref
Helsinki, Katri Vala	Helen	R13
Espoo, Suomenoja	Fortum	R13
Turku, Kakola	TSE	R13
Helsinki, Esplanade	Helen	N/A
Helsinki, Vuosaari	Helen	N/A
Riihimäki	HLV/Ekokem (now Fortum)	N/A
Mäntsälä, Yandex data centre	Mäntsälän Sähkö (Nivo)	R13

TABLE 19. Examples of large heat pumps in Danish district heat production (David et al. 2017; Ammonia21 2019; Teknologiateollisuus 2019; 2021; Grøn Energi 2022.)

Location	Company	Refrigerant	Total heat output capacity	Cooling	Number of heat pumps	COP	Heat source	Supplier
Esbjerg	DIN Forsyning	R744 (CO ₂)	50 MW (2023)	No	2 (2023)	3.65	Seawater	MAN Energy Solutions
Odense	Fjernvarme Fyn	R717 (NH ₃)	44.6 MW	No	14	4.4-4.9	Data centre	Johnson Controls (9) / IES/Victor (5)
Kalundborg	Kalundborg Forsyning	R717 (NH ₃)	10 MW	N/A	3	4.5	Wastewater	Johnson Controls
Copenhagen	Taarnby Forsyning	R717 (NH ₃)	6.5 MW	4.5 MW	4	3.5	Wastewater	Johnson Controls
Skjern	N/A	R717 (NH ₃)	5.2 MW	No	4	6.7	Waste heat	Johnson Controls
Dronninglund	Dronninglund Fjernvarme	N/A	5 MW	N/A	1	N/A	Stored heat from solar	Johnson Controls
Marstal	Marstal Fjernvarme	R717 (NH ₃)	4 MW	No	2	5-5.5	Heat storage (solar)	Johnson Controls
Bjerringbro	N/A	R717 (NH ₃)	3.7 MW	Yes	3	4.8	Waste heat	Johnson Controls
Fredriks	N/A	R744 (CO ₂)	3 MW	Yes	2	N/A	N/A	DEM Advansor
Copenhagen, Havdrup	Solrød Fjernvarme	R744 (CO ₂)	1.2 MW	N/A	1	N/A	Outdoor air	DEM Advansor

Короткострокове акумулювання

Акумуляція тепла охоплює широкий спектр технічних застосувань і різноманітних технологій зберігання:

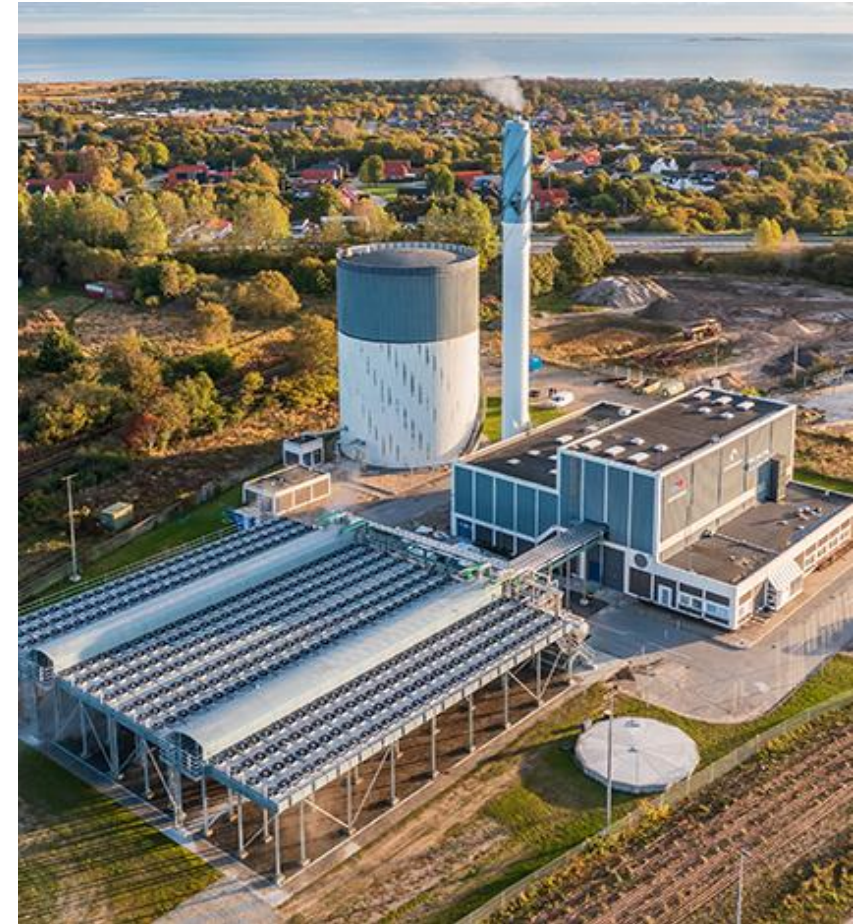
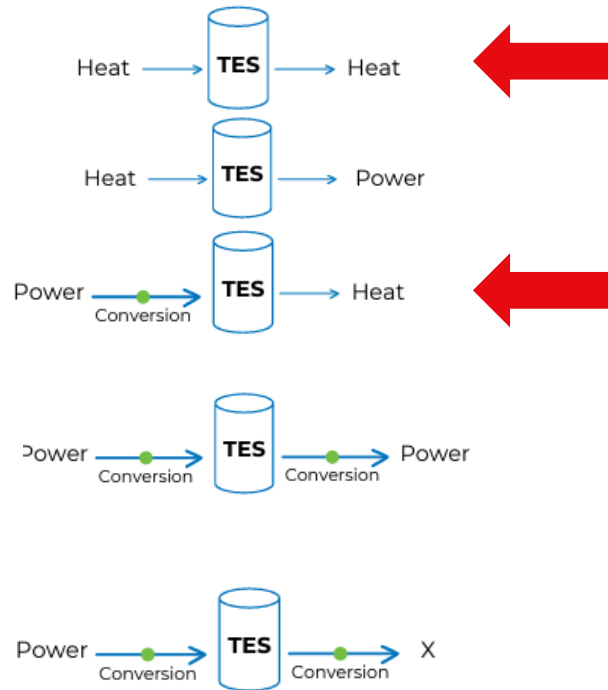
Тепло-тепло

Тепло-електрична енергія

**Ел. енергія – перетворення -
тепло**

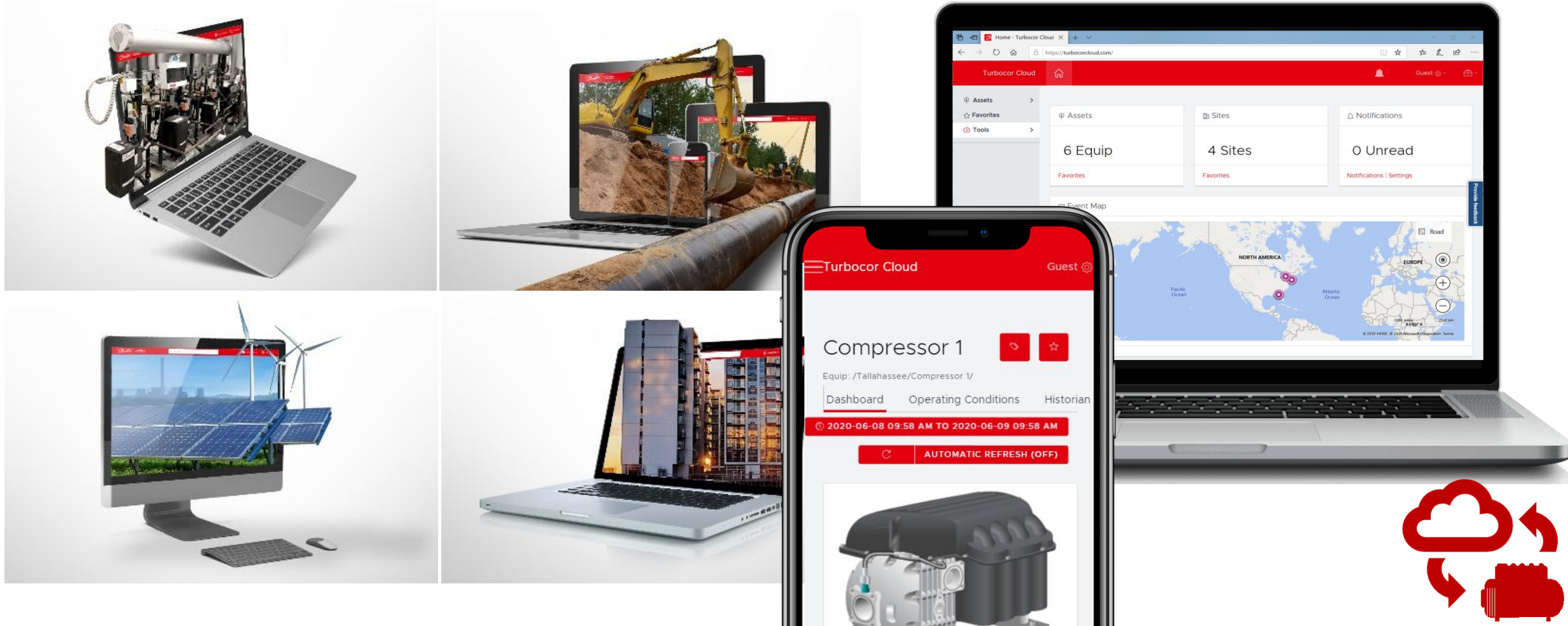
**Ел. енергія – перетворення -
Тепло – перетворення – ел. енергія**

**Ел. енергія – перетворення -
Тепло – перетворення – X паливо**



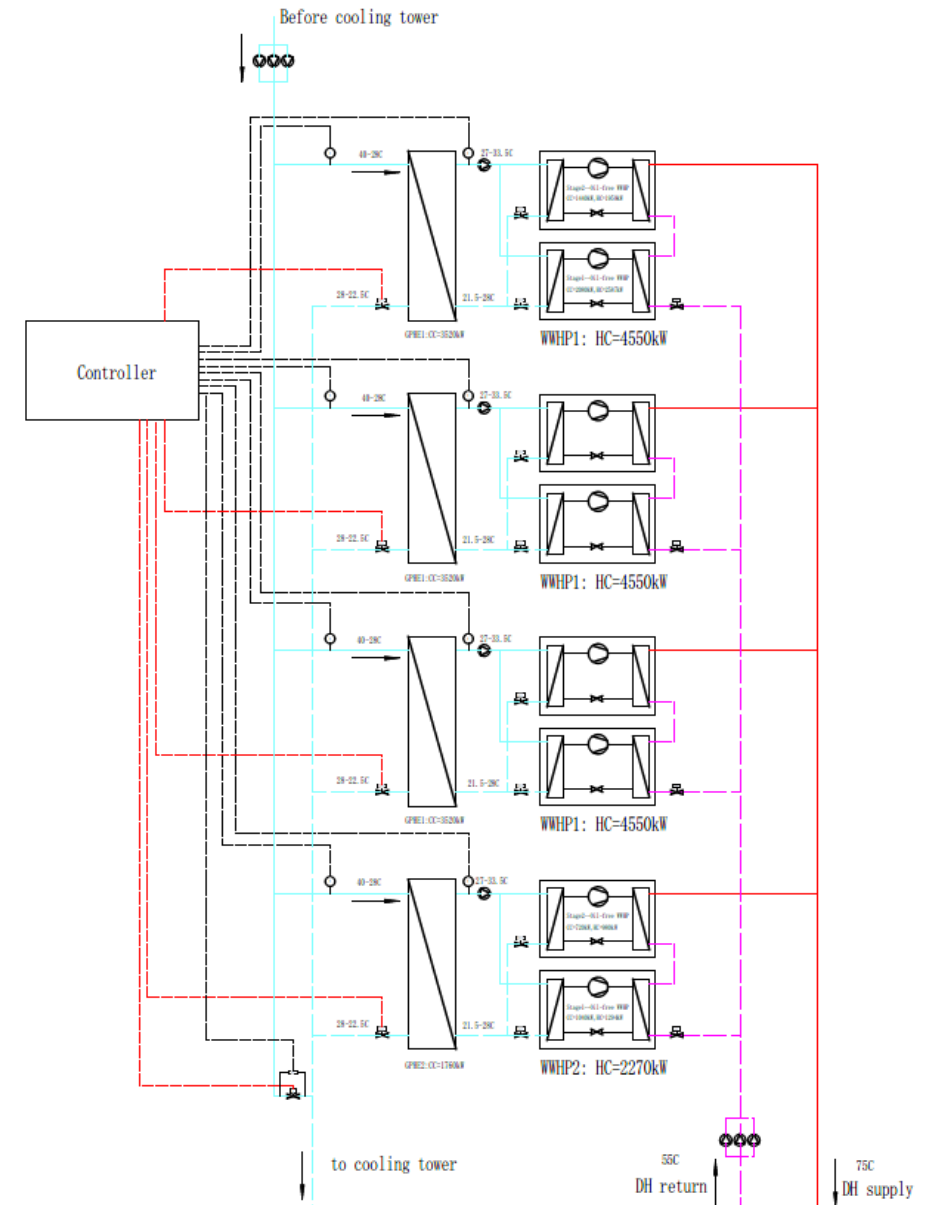
Зниження температурного графіку, контроль ΔT та цифровізація

Ефективна генерація, розподіл та споживання.



Кожен проєкт ТН великої потужності є унікальним. Приклад

- Пропонується **використовувати НЕХ** для ізоляції води джерела та води випарника ТН, щоб уникнути потрапляння сміття та води занадто високої температури в ТН;
- Незалежні від перепаду тиску регулювальні клапани використовуються для **контролю витрати води** до НЕХ з основного контуру охолоджувальної води для контролю температури на вході випарника;
- Регулювальний клапан DP використовується **для байпасування**, коли температура води джерела занадто висока, а енергія джерела значно вища, ніж потрібно;
- Пропонується, що 3 ТН потужністю 4,5 МВт та 1 ТН потужністю 2,27 МВт досягнуть теплової **потужності 15 МВт**. Температура подачі встановлюється на рівні 75°C.



Контакти

Кирило Баранчук

Інженер технічної підтримки

+38 050 412 56 33

Kyrylo.baranchuk@danfoss.com

