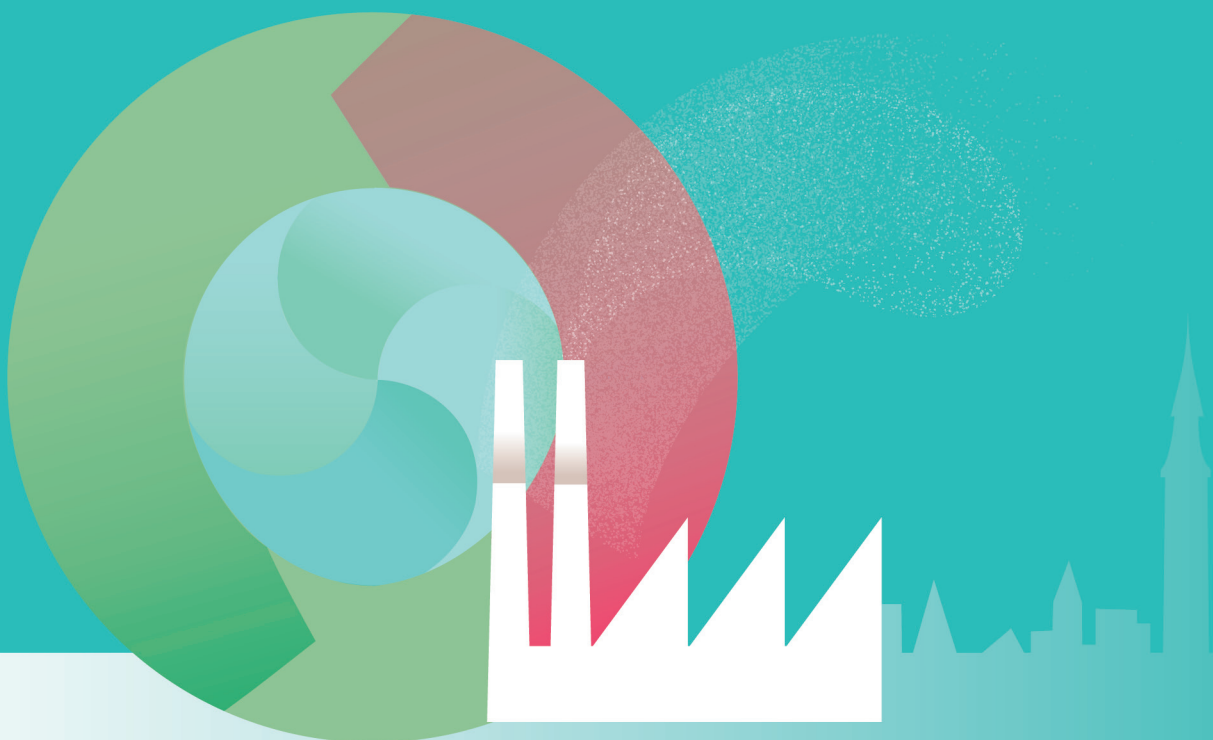


Найбільше у світі невикористовуване джерело енергії Надлишкове тепло



Існує більш екологічний та безпечний шлях виходу з енергетичної кризи

Передмова, Астрід Мозес

Президент, Регіони, Danfoss

У 2022 році упорядники словника Collins Dictionary назвали слово «пермакриза» головним словом року. Озираючись на останню пару років, світ дійсно переживав одну кризу за іншою. Пандемія. Сильні посухи, повіні та теплові маси через глобальне потепління. Руйнівна війна у Європі вперше за багато десятиріч. Енергетична криза, що загрожує рецесії глобальної економіки. Та нещодавній трагічний землетрус у Туреччині та Сирії.

У Європі законодавці та політики продовжують долати розрив між енергопостачанням та попитом, яке й досі залишається після відмови від російського газу. Країни вдаються до реактивних термінових заходів, такі як запуск старих електростанцій на вугіллі, а також укладання нових угод оренди у галузі атомної енергетики та зрідженого газу (LNG). Трагічна реальність полягає у тому, що у той час як ці заходи можуть сприяти

усуненню енергетичної кризи, водночас вони затримують та ускладнюють зелений перехід, якого так відчайдушно потребує світ.

Прикро, що законодавці та політики не помічають більш екологічну, дешеву та безпечну альтернативу, зокрема, більш розумне використання енергії, яка вже існує. Одним із способів досягнення цього є використання великих обсягів енергії, яка наразі витрачається у різних секторах економіки. Відпрацьована енергія зазвичай з'являється у формі надлишкового тепла та є супутнім продуктом більшості технологічних процесів та комерційної діяльності; заводи, центри обробки даних, водоочисні споруди та супермаркети – усі продукують великі обсяги надлишкового тепла.

Тільки у Європейському Союзі (ЄС) обсяг надлишкового тепла становить 2860 ТВт·год./рік., який практично дорівнює загальним потребам ЄС

на опалення та гаряче водопостачання будівель житлового сектору та сфери послуг¹. Велику кількість цього надлишкового тепла можна уловлювати та використовувати².

Подібна картина спостерігається і в інших країнах світу, і потенціал цього надлишкового тепла й досі не до кінця усвідомлений. Надлишкове тепло можна повторно використовувати для постачання тепла та гарячої води підприємству, де воно вироблене або направляти у навколишні житлові будівлі та промислові підприємства через систему централізованого тепlopостачання. Надлишкове тепло є прихованим ресурсом енергії, проте воно є усюди навколо нас.

Використання надлишкового тепла є частиною енергоефективності у чистому вигляді.

У нашому останньому випуску [Danfoss Impact](#) ми продемонстрували очікуване істотне зростання енергопотреб у наступні роки через приріст населення та розвиток економік. Без термінових дій у сфері енергоспоживання, більш ефективного використання кожної одиниці енергії, нам не вдасться досягти глобальних кліматичних цілей.

Відповідно до Міжнародного Енергетичного Агентства (МЕА) глобальний рух у напрямку більш ефективного використання енергії може скоротити викиди CO₂ додатково на 5 гігатонн на рік до 2030 року, порівняно з наявними аспектами державних політик. Це третина необхідного обсягу скорочення для виконання сценарію нульових викидів до 2050 року³.

У контексті енергетичної безпеки таке скорочення може запобігти використанню приблизно 30 мільйонів барелів нафти на день (утричі більший за обсяг виробництва росії у 2021 році) та 650 мільярдів кубічних метрів (мкм) природного газу на рік – приблизно учетверо більше, ніж ЄС імпортував з росії у 2021 році⁴. Отже, енергоефективність є критичною для вирішення найбільш термінових кризових аспектів у світі: вона одночасно може зробити енергетику більш дешевою, більш надійною та більш стійкою.

Але якщо потенціал енергоефективності є таким приголомшливим, чому ми й досі не запроваджуємо масштабні глобальні заходи у напрямку покращення енергоефективності, зокрема, повторно використання енергії?

У той час як глобальна енергетична криза дала безпрецедентний поштовх для розвитку відновлюваних джерел, який є дійсно необхідним, належне заохочення, політична увага до структурних удосконалень у галузі енергоефективності майже відсутні.

Частково, вочевидь, це політичне нехтування має місце через саму природу енергоефективності. Витрати енергії є невидимими, а рішення для збільшення енергоефективності у будівлях, промисловості та транспорті є технічними. Однак, якщо деякі рішення і не висвітлюються на перших шпальтах, як вітрові турбіни, вони все одно є вирішальними, якщо ми прагнемо винайти більш безпечний та екологічний шлях подолання численних криз, з якими ми стикнулися.

Використання енергії, яка у протилежному випадку буде просто втрачена, дозволило б різко підвищити продуктивність економіки та зменшити ціни на енергію для споживачів.

На додаток до цього надлишкове тепло здатне замінити істотний обсяг електроенергії чи газу, необхідний для виробництва самого тепла, та у такий спосіб надлишкове тепло може сприяти стабілізації майбутньої енергомережі та спростити перехід до зеленої енергосистеми. Відновлення та повторне використання тепла не тільки є недооціненим фактором у подоланні поточної енергетичної кризи, а й відкриє нові перспективи у зеленому переході.

На сьогодні у нас вже є доступні рішення – що нам потрібно зараз – так це політична воля для реалізації цього на практиці. Найбільш екологічна, дешева та безпечна енергія – це енергія, яку ми не використовуємо.

Розпочнемо.

Danfoss Impact підготовлена з метою поділитися своїм поглядом на потенціал енергоефективності та електрифікації при трансформації нашої енергосистеми. У дискусії навколо енергетичної кризи та зеленого переходу енергоефективність зазвичай залишається поза належною увагою політиків. Однією з причин є те, що енергоефективність не є такою очевидною, як технології відновлюваної енергії. Інша причина полягає у тому, що нам не вдалося належним чином пояснити надзвичайний потенціал енергоефективності та ту визначальну роль, яку він повинен відігравати для досягнення повної електрифікації нашого суспільства.

Ми підготували цю статтю, щоб розкрити неочевидну та невидиму природу енергоефективності та пролити світло на свідчення з надійних джерел щодо ролі ефективності при трансформації нашої енергосистеми. Ми не ставимо за мету надати усі відповіді щодо необхідних заходів для обмеження глобального потепління на рівні 1,5 градусів, проте ми хочемо наголосити на важливості зменшення енергоспоживання як основного чинника для заміни викопного палива зеленою енергією. Ми також хочемо показати, що вже існують необхідні технології. Цей огляд торкається усієї енергії, яка наразі марно витрачається у різних секторах у формі надлишкового тепла, яке могло би повторно використовуватися. У той час як переробка та повторне використання таких матеріалів як бляшанки, вже стало нормою, це не завжди було так. В умовах наявних енергетичних обмежень, з якими стикається світ сьогодні, ми сподіваємося, що настане момент, коли повторно використання відпрацьованого тепла також стане нормою.



Мартін Роззен, Перший віце-президент,
Очільник відділу комунікацій та стійкого розвитку,
Danfoss

Ця стаття підготовлена очільницею групи аналітиків відділу комунікацій та стійкого розвитку компанії Danfoss, Сарою Вад Соренсен. Коментарі та питання можна спрямовувати на адресу: sara.sorensen@danfoss.com.

Є лише 2 хвилини?

Ось ключові моменти



Надлишкове тепло є найбільшим у світі невикористовуваним джерелом енергії

Тільки у ЄС обсяг надлишкового тепла становить 2860 ТВт-год./рік., який практично дорівнює загальним потребам ЄС на опалення та гаряче водопостачання будівель житлового сектору та сфери послуг⁵. Велику кількість цього надлишкового тепла можна уловлювати та використовувати.



Рішення вже існують

Вже існують технології, які дозволяють використовувати надлишкове тепло від промисловості, водоочисних споруд, центрів обробки даних, супермаркетів, метро та комерційних будівель. Надлишкове тепло може повторно використовуватися для постачання тепла та гарячої води підприємств, де воно вироблене або направляється у навколишні житлові будівлі та промислові підприємства через систему централізованого тепlopостачання. У цій статті наведені конкретні заходи для збільшення енергоефективності у різноманітних галузях, зменшуючи вартість енергії для населення та бізнесу і прискорення зеленого переходу.



Повторне використання надлишкового тепла є заходом енергоефективності у чистому вигляді

Глобальний рух у напрямку енергоефективності може запобігти використанню приблизно 30 мільйонів барелів нафти на день (утричі більше середнього обсягу виробництва росії у 2021 році) та 650 мільярдів кубічних метрів (мкм) природного газу на рік – приблизно учетверо більше, ніж ЄС імпортував з росії у 2021 році⁶.

Чому надлишкове тепло?

Відсутність заходів з боку енергоспоживання в умовах глобальної енергетичної кризи

Серед експертів зростає консенсус, що різке зростання цін на енергію, ймовірно, продовжуватиметься щонайменше у наступні декілька років. У той час як енергетична криза посилюється через руйнівну війну у самому серці Європи, наслідки відчуваються по усьому світу. В усьому світі високий рівень інфляції, на жаль, спричинив економічні труднощі для багатьох родин, змусив заводи скоротити своє виробництво та уповільнив економічний розвиток до такої міри, що економіки деяких країн наразі переживають економічний спад. В Європі, де сфера постачання газу є уразливою через залежність від росії, обмеження споживання газу та істотний ризик блекаутів можуть стати результатом дефіциту енергії та нестабільності мережі.

Якою була реакція політиків на енергетичну кризу? Загалом політична увага здебільшого оберталася навколо заходів на боці постачання енергії. В умовах неочікуваного позитивного розвитку глобальна енергетична криза дала безпрецедентний поштовх для розвитку відновлюваних джерел. Сьогодні світ поставив за мету збільшити потужність відновлюваних джерел у наступні 5 років, еквівалентний обсягу збільшення за останні 20 років⁷. Це є дійсно обнадійливим та необхідним.

Однак, оскільки розбудова відновлюваних джерел не є короткостроковим рішенням, однією з основних складових політичної реакції на кризу стало рішення урядів збільшити імпорт зрідженого

газу. Це не є заходом довгострокової перспективи, оскільки змагання за залучення LNG буде посилюватися, оскільки китайська економічна діяльність ймовірно знову зростатиме⁸.

До того ж переважна частина найбільш термінових фіскальних заходів зосереджені на субсидіях, таких як грошова допомога для домогосподарств. Натомість заходи для структурованого зменшення енергоспоживання, як то стимулювання інвестицій чи законодавчі ініціативи для стимулювання збільшення ефективності, практично відсутні у діючих політиках з подолання кризи (Німеччина є одним з небагатьох обнадійливих винятків)⁹.

Попри стрімке зростання цін на енергію та безпрецедентної невпевненості щодо гарантованого постачання енергії, ми не готові до забезпечення середнього показника енергоефективності у розмірі 4% на рік, який необхідний для досягнення нульових викидів¹⁰. Структурні заходи з енергоефективності, включаючи нормативну базу для повторного використання надлишкового тепла, практично відсутні у політичній реакції на кризу. Такою є реальність, навіть попри той факт, що енергоефективні заходи є найбільш швидким та економічно ефективним інструментом для подолання енергетичної кризи.

Дивовижно, але тільки поодинокі ініціативи були впроваджені для підвищення ефективності використання величезного обсягу вторинної енергії у формі надлишкового тепла.

«Використання газу або електрики для опалення подібно використанню бензопили для нарізання масла, оскільки потреби в опаленні можна покрити за допомогою низьковитратних джерел, таких як надлишкове тепло».

Як ми побачимо у наступних розділах, кожного разу під час роботи двигуна генерується тепла енергія. Промислові підприємства, водоочисні споруди, центри обробки даних, супермаркети, станції метрополітену і комерційні будівлі – усі генерують велику кількість тепла, яке наразі випускається в повітря без будь-якої спроби повторно використати його.

Надлишкове тепло, також відоме як відпрацьоване або скидне тепло, може повторно використовуватися за допомогою існуючих та доведених на практиці технологій, здебільшого теплових насосів. Теплові насоси являють собою електричні прилади, які здатні передавати тепло з одного місця у інше. Вони можуть, наприклад, видобувати тепло з відпрацьованих газів підприємства або нагрітої води у системах охолодження центрів обробки даних та забезпечувати його надходження в систему опалення сусідніх будівель.

Повторне використання надлишкового тепла дозволить скоротити витрати для споживачів. Набагато дешевше повторно використовувати наявну енергію, аніж купувати чи виробляти її. На рівні суспільства надлишкове тепло може замінити істотний обсяг електроенергії чи газу, які необхідні для виробництва тепла як такого. У такий спосіб надлишкове тепло сприяє стабілізації майбутньої енергомережі. Перефразовуючи Еморі Ловінса, використання дороговартісних енергоносіїв, як то газ чи електрика, для опалення подібно

«використанню бензопили для нарізання масла», оскільки теплові потреби можна з легкістю покрити за допомогою низьковитратних джерел, таких як надлишкове тепло. Крім того, у майбутній енергосистемі нові джерела надлишкового тепла, як акумулятори енергії, будуть з'являтися та зростати у кількості – генеруючи великі обсяги надлишкового тепла, які можуть використовуватися у великих масштабах.

Порівняно з традиційним сценарієм декарбонізації впровадження у повному обсязі технологій, які забезпечують взаємодію між різними секторами та дозволяють використання надлишкового тепла, можуть потенційно заощадити 67,4 млрд Євро на рік, за умови застосування у повному обсязі (у 2050 році)¹¹. Така економія стає можливою за рахунок істотної економії палива, що компенсується шляхом підключення сектору опалення та охолодження до інших частин енергосистеми, а більша гнучкість дозволяє кращу інтеграцію відновлюваних джерел енергії у енергосистему¹².

Якщо коротко, збільшення використання надлишкового тепла зменшить загальні потреби в енергії, прискорить розвиток економіки та спростить наш перехід до зеленої енергосистеми.

Ці приховані джерела енергії будуть розкриті у наступному розділі.

Що таке надлишкове тепло?

Уявіть, що ви рухаєтеся всередині будівлі, і підлога встелена однодоларовими банкнотами. Ви продовжите рух та займетеся своїми звичними справами? Безсумнівно, переважна більшість людей зробить невелике зусилля, щоб нахилитися та підібрати гроші. Коли йдеться про надлишкове тепло, такого не відбувається. Це метафоричний приклад, оскільки ми не робимо жодних зусиль для повторного використання надлишкового тепла у наших будівлях та на промислових об'єктах.

Кожного разу під час роботи двигуна генерується тепло. Кожен, хто хоч колись відчував тепло поза своїм холодильником, може це підтвердити. Це у більших масштабах відбувається і в супермаркетах. При зберіганні свіжих продуктів у холодильних вітринах та морозильних камерах генерується велика кількість надлишкового тепла. Подібний процес відбувається й при охолодженні тисяч центрів обробки даних, які стрімко з'являються по усьому світу. Це надлишкове тепло наразі просто випускається у повітря без будь-якої спроби повторно використати його. Давайте детальніше розглянемо це приховане джерело енергії.

Дані та методологія

Загалом наразі є недостатньо інформації про потенціал надлишкового тепла у різних сферах нашого життя. Однак, ми точно знаємо, що дуже невеликий обсяг наявного надлишкового тепла, з різних джерел, відновлюється та використовується у великих масштабах¹³. Деякі оцінки загального обсягу джерел надлишкового тепла були виконані експертами Ольборзького та Гальмстадського університетів та враховували обсяги надлишкового тепла з різних джерел енергії у ЄС.

Далі ми використовуватимемо цифри зі звітів «Доступне надлишкове тепло в містах»¹⁴ та «Потенціал надлишкового тепла в індустріальних містах Європи»¹⁵. Наведені цифри слід розглядати як оціночні показники. Якщо інше не зазначене, ці оцінки є «доступним надлишковим теплом», що означає, що кількість враховує можливість практичного використання доступного надлишкового тепла¹⁶. У цьому сенсі показники є консервативними, оскільки вони враховують тільки джерела, розташовані усього лише в декількох кілометрах від міських районів з централізованим теплопостачанням. Як ми побачимо, існують способи використання надлишкового тепла, які не залежать від наявності таких мереж, наприклад, рекуперація тепла на об'єкті¹⁷.

Крім того, слід зазначити, що надлишкове тепло має різну температуру. При більш високих температурах – зазвичай понад 80 градусів – його можна використовувати безпосередньо, у той час як менші температури потребують підвищення за допомогою теплового насосу¹⁸. Отже, фактичне використання потенціалу надлишкового тепла також у певній мірі потребує електроенергії, що використовується таким обладнанням як теплові насоси.

Для окремих міст та регіонів цифри можна знайти за допомогою інструменту планування, «Мапа вторинного тепла Європи»¹⁹. Цей інструмент демонструє наявність тепла у ЄС27 + Велика Британія як від традиційних промислових джерел, так і нетрадиційних джерел, таких як станції метро, харчові комбінати, продуктові магазини та водоочисні споруди. Показники можна вважати консервативними, оскільки інструмент не відображає ані будівлі житлового фонду та сфери обслуговування, ані центри обробки даних. До того ж, цей інструмент також зосереджується на джерелах, які розташовані у радіусі декількох кілометрів від населених пунктів, а отже не враховує віддалені об'єкти.

Доступне надлишкове тепло в Європі

Опалення є одним з найбільших споживачів енергії. У Європі опалення становить понад 50% річного кінцевого обсягу енергоспоживання, і переважна частина європейського тепла й досі генерується з використанням джерел, що працюють на викопному паливі, практично половина з яких це природний газ²⁰.

Водночас усі населені пункти в Європі мають доступ до численних джерел надлишкового тепла. Приблизно 2860 ТВт·год./рік відпрацьованого тепла є доступним в ЄС, більша частина якого може бути повторно використане²¹. Для кращого розуміння, це практично половина загального обсягу енергоспоживання ЄС на потреби опалення та гарячого водопостачання будівель житлового фонду та сфери обслуговування, що становить приблизно 3180 ТВт·год. на рік у межах ЄС27+Велика Британія²².

У деяких країнах потенціал надлишкового тепла відповідає потребам в опаленні²³.

У Нідерландах, до прикладу, обсяг надлишкового тепла сягає 156 ТВт·год./рік²⁴, у той час як потреба енергії для опалення приміщень становить усього 152 ТВт·год./рік²⁵.

Подібна картина спостерігається і в інших країнах світу.

Наприклад, якщо поглянути на промисловий сектор Північного Китаю, наявний обсяг становить приблизно 813 ТВт·год. впродовж тільки опалювального сезону²⁶ – уявіть як виглядає загальний обсяг надлишкового тепла в усіх секторах економіки Китаю в цілому!

Давайте детальніше розглянемо потенціал надлишкового тепла.



Надлишкове тепло може прискорити декарбонізацію промислового сектору

Промисловий сектор складає 39 % усіх глобальних вуглецевих викидів, пов'язаних з енергією²⁷, і це – при поточних темпах впровадження енергоефективних заходів на рівні 1 відсотка на рік – не дозволить нам виконати сценарій нульових викидів, який потребує темпів на рівні 3 відсотків²⁸.

Основним викликом для підприємств по усьому світу є задоволення зростаючих потреб виробництва з одночасним зменшенням викидів. Поточна енергетична криза створила тиск на індустріальний сектор, оскільки частка енергетичних витрат на виробництво істотно збільшилася.

Парадоксально, але процес підвищення ефективності у промисловому секторі наразі уповільнюється. У період з 2015 по 2020 рік темпи впровадження енергоефективних заходів, необхідних для виробництва одиниці продукції вартістю один долар США, впали практично з 2 % на рік, яких вдалося досягти у період 2010-2015 років, до рівня менше 1 %.²⁹

Промисловий сектор потребує покращення енергоефективності на рівні 3 % на рік для забезпечення сценарію нульових викидів.³⁰ Процес підвищення енергоефективності в цілому буде й далі рухатися в тупик, якщо величезні промислові потреби в енергії залишатимуться без істотного покращення енергоефективності у цій галузі.³¹

Гарною новиною є те, що існує величезний неприборканий потенціал для промислового сектору, а саме використання свого надлишкового тепла. Якщо поглянути на ЄС, промислові об'єкти є найбільшим джерелом надлишкового тепла. Надлишкове тепло від підприємства важкої промисловості в ЄС налічує понад

267 ТВт-год. на рік³². Для розуміння, це перевищує обсяг теплової генерації Німеччини, Польщі та Швеції разом узятих у 2021 році³³. Якщо ми подивимося тільки на джерела вторинного тепла з температурою понад 95 °C та у радіусі 10 км від наявної інфраструктури централізованого теплопостачання, вже існує потенціал у розмірі 64 ТВт-год.

Цей обсяг відповідає 12 % енергії, що постачається в ЄС через централізовані мережі теплопостачання кожного року³⁴. Потенціал також вражає, якщо поглянути на окремі населені пункти. Візьмемо м. Ессен у регіоні Рур в Німеччині. Приблизно 50 промислових об'єктів розташовані у населених пунктах навколо м. Ессен, і вони виробляють 11,98 ТВт-год. надлишкового тепла на рік. Це приблизно дорівнює обсягу тепла, необхідному для опалення 1 200 000 домогосподарств – або майже половину домогосподарств у регіоні.

Три галузі промисловості – виготовлення цементу, сталі та хімічна – складають практично 60 % загальних промислових енергопотреб у світі, при цьому економіки що розвиваються, зокрема китайська, забезпечують 70-90 % випуску такої продукції.³⁵ Ці галузі важкої промисловості пропонують величезний потенціал в контексті ефективності, оскільки надлишкове тепло від їхніх технологічних процесів має високі температури і може бути легко повторно використане.

Промисловий сектор, який наразі не відповідає поставленим проміжним цілям у сценарії нульових викидів до 2050 року, здатний зрушити з мертвої точки глобальну енергоефективність шляхом повторного використання надлишкового тепла. Як ми побачимо у наступному розділі, існують багато способів для промисловості повторно використовувати надлишкове тепло, наприклад, для постачання тепла та гарячої води відповідному підприємству, або його можна передавати у сусідні житлові будинки чи промислові підприємства через систему централізованого теплопостачання.



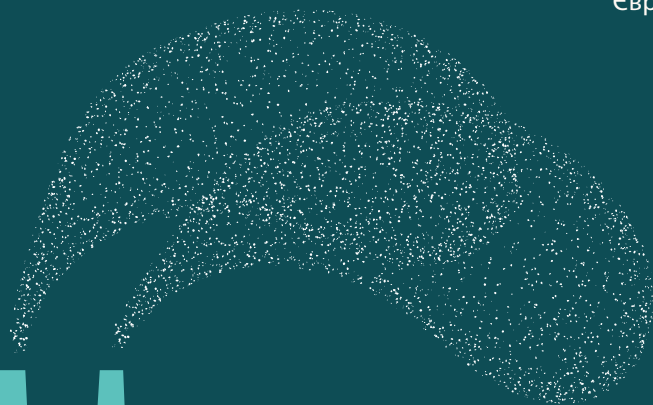
Чудові результати повторного використання надлишкового тепла у Китаї

Беньсі Китай

З 2015 року місто Беньсі поступово змінювало цільове призначення джерел надлишкового тепла у галузі чорної металургії. Завдяки інтеграції секторів надлишкове тепло, що генерувалося у процесі виготовлення сталі, повторно використовувалося для опалення міста. Ці зусилля дозволили місту істотно зменшити загальний річний обсяг споживання вугілля, зменшити рахунки за електроенергію та сприяли значному покращенню якості повітря.

Danfoss Заводи в Китаї

З 2018 року заводи Haiyan та Wuqing компанії Danfoss працювали над використанням надлишкового тепла від систем вентиляції та охолодження. Попри зростання виробництва на 22 % обсяги споживання теплової енергії на заводах скоротилися на 7 %, що дозволило покращити енергопродуктивність на 24 % впродовж 3 років. Проєкти рекуперації тепла забезпечили 15 % цих результатів. Відновлений обсяг тепла дозволив тільки у 2021 році заощадити понад 300 000 Євро на рахунках за енергію.



Численні джерела надлишкового тепла у населених пунктах

У минулому надлишкове тепло від металургійних заводів та електричних станцій використовувалося, завдяки наявності надзвичайно високих температур. Однак по мірі розвитку технологій набагато більше джерел, що виробляють надлишкове тепло з меншими температурами, стали доцільними для використання, як ми побачимо у наступному розділі. У той час як промислові об'єкти є найбільшими джерелами надлишкового тепла, великі міста без промислових підприємств також мають численні джерела надлишкового тепла, які разом дають істотний обсяг енергії.

Розглянемо центри обробки даних. Дані стали кровоносною системою нашої глобальної економіки сьогодні, являючи собою основу для потоків даних у містах та забезпечують різноманітні сфери діяльності, від інфраструктури та транспорту до торгівлі та виробництва. Центри обробки даних також є потужними споживачами електроенергії. У 2020 році центри обробки даних у ЄС27 + Велика Британія спожили 100 ТВт·год. електроенергії або приблизно 3,5 % обсягу кінцевого споживання регіону³⁶. Відповідно до МЕА центри обробки даних та мережі передачі даних складають приблизно 1 % усіх викидів парникових газів, пов'язаних з використанням енергії, у світі³⁷.

За консервативними оцінками у 2020 році у ЄС27 + Велика Британія існувало 1269 центрів обробки даних, які забезпечували загалом 95 ТВт·год. доступного надлишкового тепла на рік³⁸. Те ж саме стосується супермаркетів. Супермаркети є невід'ємною частиною суспільного життя в усьому світі. Вони також є великими споживачами енергії. В середньому супермаркети споживають приблизно 3-4 % річного обсягу електроенергії, що виробляється індустріальними країнами³⁹. В ЄС наявний потенціал надлишкового тепла від продуктових магазинів становить в цілому 44 ТВт·год. на рік⁴⁰. Хоча ця цифра є значно меншою, ніж обсяг надлишкового тепла від індустріальних міст, вона

дорівнює обсягу теплової енергії, виробленої Чеською Республікою та Бельгією у 2021 році⁴¹.

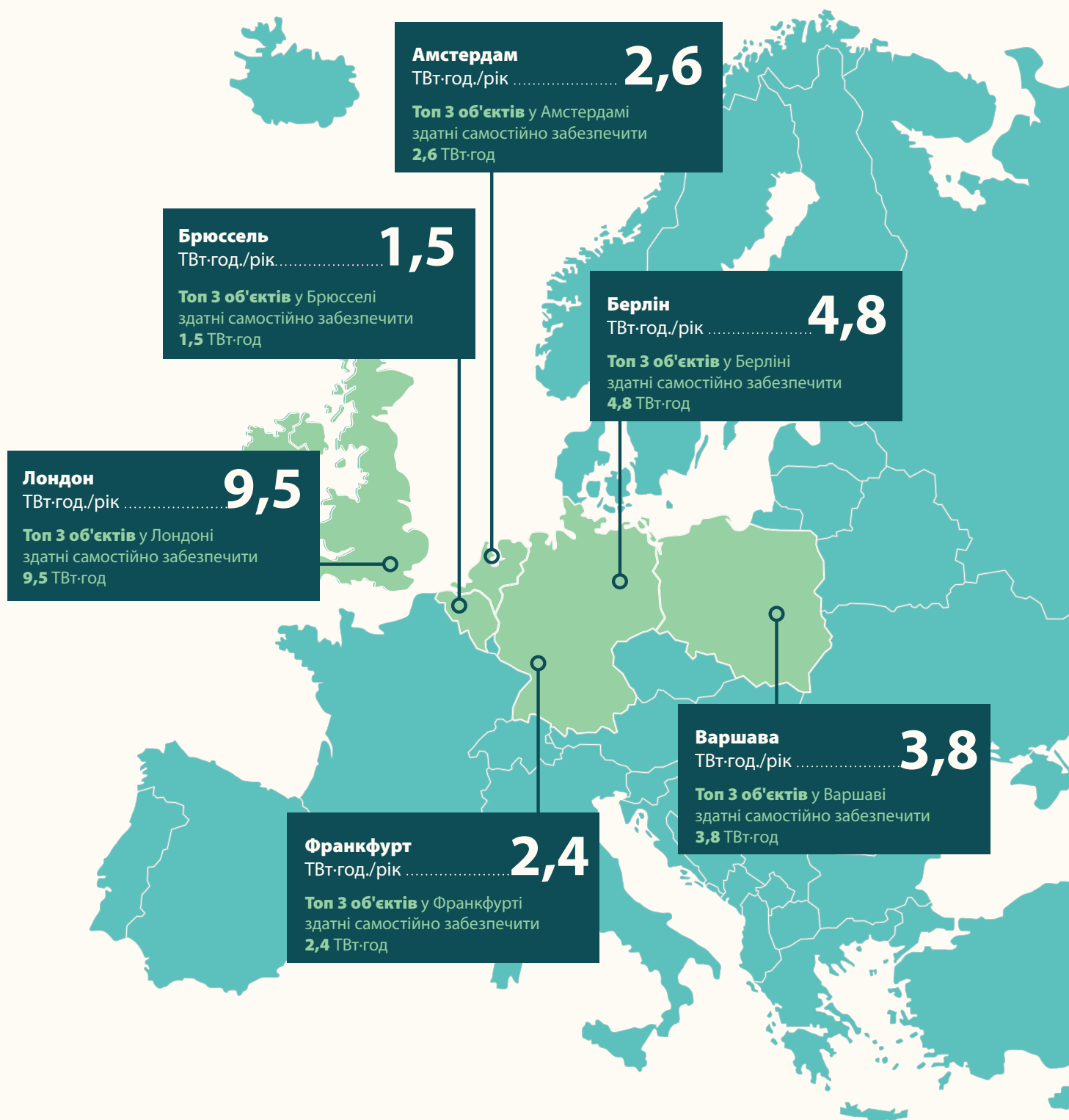
На додаток до цього надлишкове тепло від супермаркетів можна надзвичайно легко повторно використовувати у самих супермаркетах для опалення приміщень чи гарячого водопостачання. Усе що потрібно, це щоб власники супермаркетів впроваджували існуючі доведені технології. Приклад супермаркетів доводить, що це дозволить значно зменшити рахунки за енергію – що є надзвичайно важливим в умовах поточної енергетичної кризи.

Водоочисні споруди є ще одним великим джерелом надлишкового тепла, з загальним потенціалом 318 ТВт·год. доступного надлишкового тепла на рік в цілому в ЄС. Навіть попри те, що ці джерела не є такими великими, як індустрія великих міст, разом вони здатні забезпечити істотний обсяг енергії у населених пунктах.

Наприклад, давайте поглянемо на Великий Лондон⁴². Цей регіон налічує 648 додатних джерел надлишкового тепла, включаючи центри обробки даних, станції метро, супермаркети, водоочисні споруди та комбінати харчування. Надлишкове тепло з цих джерел у сумі забезпечують 9,5 ТВт·год. на рік, приблизно обсяг тепла, необхідний для опалення 790 000 домогосподарств. Топ 3 об'єктів самостійно можуть забезпечити 4,8 ТВт·год. тепла на рік.

На діаграмі можна побачити наявний потенціал надлишкового тепла у окремих містах в ЄС.

В середньому 78,8% надлишкового тепла, як наведено на діаграмі, можуть забезпечуватися від топ 3 об'єктів у відповідних містах.



Як можна використовувати надлишкове тепло?

Рішення існує

Існує безліч переваг використання надлишкового тепла. Збільшення обсягів його використання дозволить зменшити загальні потреби в енергії, що у свою чергу призведе до зменшення витрат для споживачів та бізнесу. Це дозволить прискорити розвиток економіки, оскільки дешевше повторно використовувати енергію, аніж купувати чи виробляти її. Використання надлишкового тепла є більш екологічною альтернативою більшості джерел енергії, та за своїм визначенням це є заходом енергоефективності у чистому вигляді. На додаток до цього, надлишкове тепло може сприяти стабілізації електромережі, оскільки є альтернативою дороговартісним носіям енергії, як електрика.

Існує багато способів використання надлишкового тепла. Грубо кажучи, розмаїття рішень від надзвичайно простих, які забезпечують використання надлишкового тепла на потреби теплопостачання тієї ж самої установи, до більш складних рішень у контексті централізованого теплопостачання. Давайте детальніше розглянемо ці варіанти.

1. Повторне використання надлишкового тепла у тій же самій установі

Надлишкове тепло з'являється у різноманітних місцях. Щоразу при використанні енергії існує потенціал надлишкового тепла. Зокрема, надлишкове тепло часто можна знайти

у технологічних процесах або процесах опалення, охолодження, заморожування чи горіння.

Найпростішим способом використання надлишкового тепла є реінтеграція тепла у ті ж самі процеси (див. приклад для супермаркетів).

Температура надлишкового тепла відрізняється для різних процесів, у ході яких воно утворюється. До прикладу, надлишкове тепло від галузей важкої промисловості, таких як хімічна та виробництво цементу, має набагато вищу температуру, ніж надлишкове тепло від процесів охолодження у будівлях. Залежно від температури надлишкового тепла воно може використовуватися для різних цілей. Загалом, високотемпературне надлишкове тепло може використовуватися як у технологічних процесах, так і в побуті, у той час, як низькотемпературне тепло підходить тільки для побутового використання (наприклад, для опалення приміщень та нагрівання води).

Одним із способів внутрішнього використання надлишкового тепла на об'єкті є встановлення установки рекуперації тепла. Такі установки є доцільними практично в усіх випадках, де невикористана теплова енергія виробляється як «побічний продукт», для підвищення ефективності підприємства в цілому. Установки рекуперації тепла роблять надлишкове тепло придатним для використання у процесах з такими ж або меншими рівнями температур. Як видно з прикладу для супермаркетів, надлишкове тепло може використовуватися для опалення та гарячого водопостачання магазину.

Приклад: Повторне використання надлишкового тепла у супермаркетах



Підтримання свіжих продуктів у охолоджувальних вітринах та морозильних камерах складають переважну частину обсягу енергоспоживання супермаркету. Це може здаватися суперечливим, але холодильні вітрини, морозильні камери та холодильники продукують істотний обсяг тепла. Будь-хто, хто хоча б колись відчував теплоту за своїм холодильником, може це підтвердити. Ці системи охолодження генерують велику кількість надлишкового тепла, яке часто випускається у повітря та марно витрачається.

У невеличкому містечку у Південній Данії місцевий супермаркет SuperBrugsen заощаджує великі обсяги енергії, завдяки повторному використанню та продажу надлишкового тепла від своїх систем охолодження.

З 2019 року 78 % обсягу споживання тепла супермаркету SuperBrugsen забезпечуються за рахунок повторного використання тепла від систем охолодження. І супермаркет здійснив

продаж 133,7 МВт-год. іншим місцевим будівлям через централізовану тепलोмережу.

Три взаємопов'язані ініціативи дали свої результати:

По-перше, супермаркет перейшов з хімічних холодоагентів на природній – зокрема – CO₂ – який має надзвичайно високі властивості рекуперації тепла.

По-друге, у супермаркеті SuperBrugsen була встановлена установка для рекуперації тепла з систем охолодження на холодоагенті CO₂. Регенероване тепло повторно використовується для опалення магазину та виробництва гарячої води.

По-третє, супермаркет SuperBrugsen провадить програми енергоефективності з огляду на довгострокову перспективу. Моніторинг систем охолодження, налаштування параметрів та регулярне обслуговування дозволили ще більше покращити ефективність та зменшити енергоспоживання.

2. Інтеграція секторів та розумне містобудування

Інтеграція секторів або об'єднання секторів означає процес оптимізації шляхом поєднання щонайменше двох різних галузей споживання та виробництва енергії (тобто опалення, охолодження, транспорту та технологічних процесів тощо). Інтеграція секторів це про максимальну взаємодію між секторами, перетворення та зберігання енергії. Це може відбуватися у невеликих обсягах шляхом забезпечення рішень з містобудування або це може здійснюватися у більших масштабах через централізовані мережі тепло- та холодопостачання (див. нижче).

Містобудівні рішення здатні забезпечити використання потенціалу інтеграції секторів та надлишкового тепла шляхом підключення виробників енергії до споживачів за допомогою розумних мереж.

Масштабна синергія можлива, коли виробник надлишкового тепла, наприклад, центр обробки даних, розташований поблизу установ, які можуть купувати великі обсяги надлишкового тепла (наприклад, підприємства садівництва). Можливості такої взаємодії між виробниками та користувачами енергії у містобудуванні зветься планування промислового кластера, і воно вносить свій внесок у декарбонізацію нашої енергетичної системи. Більш того, співпраця між сусідніми компаніями довела, що може створювати економічні переваги як для покупця, так і продавця.

3. Централізоване тепло- та холодопостачання

У багатьох частинах світу централізовані системи тепло- та холодопостачання забезпечують опалення та охолодження житлових будівель та підприємств. Централізоване тепло- та холодопостачання являє собою колективну систему, яка забезпечує опалення та охолодження для усього регіону в цілому. Мережа централізованого теплопостачання використовує тепло від поєднання різних джерел, таких як відновлювані джерела (сонячні станції, геотермальна енергія та надлишкове тепло) та викопних джерел, як електростанції, та забезпечує його доставку через мережу трубопроводів до кінцевих споживачів у формі гарячої води. Сьогодні більшість централізованих джерел тепла у світі покладається на викопні види палива. Відповідно до МЕА світу необхідно подвоїти частку зелених джерел у галузі централізованого

теплопостачання до 2030 року, щоб досягти нульових викидів⁴⁸. Якщо нам це вдасться, це дозволить скоротити вуглецеві викиди від теплової генерації більш ніж на третину.

Централізовані системи тепло- та холодопостачання сьогодні здатні забезпечувати екологічно чисту теплову енергію. Однією з найбільших переваг централізованих системи тепло- та холодопостачання є їхня здатність інтегрувати різноманітні відновлювані джерела, які можуть виштовхнути остаточно джерела на викопному паливі з процесів теплопостачання та охолодження. По мірі розвитку технології централізованого тепло- та холодопостачання все більше зелених джерел теплової енергії можуть бути підключені до системи. Сьогодні так зване 4-те покоління централізованого тепло- та холодопостачання дозволяє інтегрувати джерела тепла та холоду з надзвичайно низькою температурою у централізовану систему тепло- та холодопостачання та забезпечувати опалення та охолодження нових будівель, які придатні для роботи з низькими температурами.

Той факт, що все більше джерел зеленої енергії можуть використовуватися у централізованих системах тепло- та холодопостачання, робить такі системи ключовим чинником у зеленому переході.

Іншою надзвичайно важливою перевагою централізованого тепло- та холодопостачання є те, що вона забезпечує баланс в енергетичній мережі. Одним із основних викликів декарбонізації нашої енергомережі та підвищення рівня електрифікації є забезпечення балансу між постачанням та споживанням енергії. При комплексному розгляді енергосистеми та підключенні різних джерел енергії централізована система дозволяє забезпечити гнучке використання потужності. Вона здатна згладжувати невідповідність обсягів постачання та споживання, щоб ми могли у повному обсязі використовувати енергію, наявну в мережі. забезпечення балансу у пікові періоди буде надзвичайно важливим з огляду на поточне збільшення відновлюваних джерел та посилення електрифікації.

Існує багато централізованих енергосистем у Китаї та Європі, і найближчим часом очікується ще більше. Данія є однією з найбільш енергоефективних країн у світі, здебільшого завдяки широкому використанню централізованого теплопостачання. У Данії 65 % будівель забезпечують свої теплові потреби з систем централізованого теплопостачання, і більше половини цього тепла походить з зелених джерел, таких як біомаса чи надлишкове тепло від різноманітних процесів комерційної діяльності⁴⁹.

Приклад: Потенціал надлишкового тепла від центрів обробки даних



Дані стали кровоносною системою нашої глобальної цифрової економіки сьогодні, формуючи основу для обміну інформації та приводячи у дію різноманітні види діяльності, від інфраструктури та транспорту до роздрібної торгівлі та виробництва. Відповідно до МЕА у 2021 році центри обробки даних споживали 220-320 ТВт-год. електроенергії або приблизно 0,9-1,3 % глобального кінцевого обсягу енергоспоживання⁴³ – це приблизно половина обсягів енергоспоживання Австралії або Іспанії.⁴⁴

Центри обробки даних також є значимими виробниками надлишкового тепла. Сервери у центрах обробки даних генерують тепло, що еквівалентне обсягу їхнього споживання електроенергії, а необхідний процес охолодження цього обладнання також генерує великий обсяг надлишкового тепла. Порівняно з іншими джерелами потік надлишкового тепла від центрів обробки даних є безперервним, а, отже, вважається надзвичайно надійним джерелом чистої енергії. Є багато прикладів, як надлишкове тепло центрів обробки даних може бути повторно використане на опалення сусідніх будівель через локальну мережу та для різноманітних цілей.

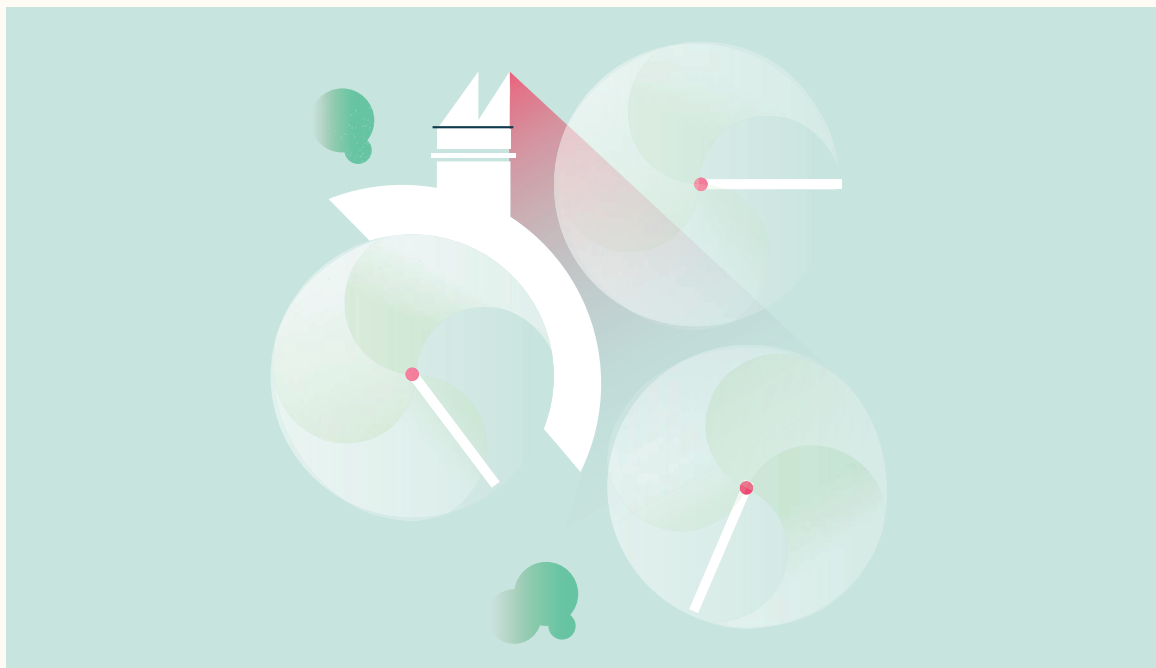
У місті Франкфурт-на-Майні є декілька проєктів розбудови трубопровідної мережі задля постачання надлишкового тепла від центрів обробки даних та його використання задля забезпечення теплових

потреб приватних домогосподарств та офісних установ. Відповідно до математичних розрахунків було встановлено, що вторинне тепло від центрів обробки даних у Франкфурті може, до 2030 року, покрити загальні потреби тепlopостачання приватних домогосподарств та офісних будівель міста⁴⁵.

У Дубліні веб-сервіс Amazon реалізував перше в Ірландії екологічно чисте рішення за індивідуальними замовленням, яке забезпечує низьковуглецеве тепло для передмістя Дубліна, яке постійно розширюється. Нещодавно побудований центр обробки даних забезпечуватиме теплом 47 000 м² приміщень громадського сектору. Він також постачатиме тепло у комерційні будівлі площею 3000 м² та приблизно 135 багатоквартирних будинків⁴⁶.

У Норвегії центр обробки даних був сумщений з першою у світі фермою з вирощування омарів на суходолі. Користувачі сумщеного підприємства використовують рішення з охолодження фіорду для охолодження свого центру обробки даних; морська вода потрапляє у систему з температурою 8 °С та повертається у фіорд з температурою 20 °С. Це відбувається для забезпечення оптимальної температури для розведення омарів. У перспективі планується будівництво нового підприємства у безпосередній близькості до центру обробки даних, що дозволить використання нагрітої морської води для розведення омарів⁴⁷.

Приклад: Водоочисні споруди як виробники енергії



Відповідно до МЕА глобальний сектор очищення стічних вод використовує приблизно 120 Мтоє (млн.т н.е.) на рік, що приблизно дорівнює загальному обсягу використання енергії Австралії⁵⁰. Без належних дій глобальне споживання цього сектору збільшиться на 50 % до 2030 року⁵¹.

Існує значний потенціал для заощадження енергії у водоочисному секторі, якщо увесь економічно доступний потенціал енергоефективності буде використовуватися – зокрема, коли йдеться про використання надлишкової енергії.

Стічні води містять істотний обсяг прихованої енергії. Мул може видобуватися зі стічних вод та закачуватися у біореактори. Вони забезпечують вироблення біогазу – здебільшого метану – який у подальшому може спалюватися для виробництва теплової та електричної енергії. Отже, водоочисні установки мають потенціал, який може перетворити їх зі споживачів енергії на виробників.

У місті Орхус, Данія, водоочисна станція Marselisborg виробляє набагато більше енергії, ніж потрібно для очищення стічних вод для регіону з населенням 200 000 осіб, який вона обслуговує.

Насправді очисна станція у Марселісборзі виробляють таку кількість енергії, що вона може покрити енергію, необхідну для постачання питної води. Марселісборг пропонує шлях до енергетично нейтрального водного сектору та показує, як відокремити енергію від води. Марселісборг виробляє достатньо енергії, щоб охопити весь водний цикл міста з населенням 200 000 осіб – усе це з орієнтовним поверненням інвестицій у 4,8 року.

Крім того, надлишкове тепло від водоочисних споруд може забезпечувати тепlopостачання будівель та промислових підприємств через системи централізованого тепlopостачання.

**Повторне
використання
тепла є не тільки
недооціненим
фактором у поточній
енергетичній кризі,
а також є новою
перспективою
у зеленому переході.**

Політика

Рекомендації

Багато країн та міст дозріли до використання переваг вторинної енергії. Не тільки об'єктів, що інтенсивно споживають енергію, а й централізованих систем тепло- та холодопостачання та потужних джерел надлишкового тепла. В умовах різкого зростання цін на енергію, дефіциту газу та кліматичної кризи може трапитися величезний провал політики, якщо керівники на континенті не забезпечать використання надлишкового тепла. Крім того, роль надлишкового тепла у майбутній енергосистемі тільки зростатиме. Технології для використання низькотемпературного надлишкового тепла (наприклад, централізована система 4-го покоління) вже відпрацьовані, та у майбутній енергосистемі кількість джерел надлишкового тепла, таких як теплова аккумуляція, істотно збільшиться. Дуже важливо, щоб законодавці та політики усвідомлювали цей потенціал при провадженні рішень з містобудування та розробки фінансових і регуляторних основ для майбутнього енергетичного ринку.



Регулюйте

Загалом надлишкове тепло повинне розглядатися як джерело енергії, а не відходи, які слід утилізувати. Сьогодні існує низка ринкових бар'єрів, які унеможливають для гравців ринку ефективного використання потенціалу надлишкового тепла. Належна регуляторна політика може усунути ці бар'єри, наприклад, шляхом забезпечення рівного підходу до відпрацьованого тепла та відновлюваних джерел енергії, що використовуються у теплових мережах. Регулювання може також підштовхнути до більш широкого використання надлишкової енергії, зобов'язавши установи, такі як центри обробки даних або підприємства, розробляти та впроваджувати плани використання надлишкового тепла.

Загалом, планування теплозабезпечення дозволить містам по усій Європі мати доступ до потенціалу та забезпечити оптимальне використання локально доступних джерел. Наприклад, в Данії муніципалітетам поставили завдання розробити мапу існуючих потреб теплопостачання, методів теплопостачання та кількості енергії, що використовується. Вони також визначили майбутні потреби та можливості їх забезпечення. На підставі цієї інформації були розроблені загальні плани енергозабезпечення для визначення пріоритетів для різних варіантів теплопостачання у відповідних регіонах та визначення місць розташування майбутніх установок та мереж теплопостачання. Залежно від параметрів існуючої енергосистеми планування може забезпечити локальне використання тепла (як формування відповідних ініціатив для відновлення тепла або потенціалу когенерації для виробництва теплової та електричної енергії) або відкрити можливості для більш масштабного використання, як нарощування потужностей централізованого теплопостачання.

Вкрай важливо, щоб обсяг планування теплопостачання був достатньо детальним та розширеним і включав потенційні майбутні джерела надлишкового тепла, такі як установки для аккумуляції тепла.



Впроваджуйте економічні ініціативи

Для подальшого покращення енергоефективності за рахунок вторинного використання енергії необхідно усунути фінансові та законодавчі бар'єри. Поточна конструкція енергетичного ринку, у багатьох країнах, є бар'єром для впровадження технології інтеграції секторів. Вона або перешкоджає участі цієї технології на відповідних ринках, або не враховує усі позитивні та негативні зовнішні фактори низько- та високовуглецевих технологій. Вкрай важливо, щоб податкове законодавство стимулювало використання надлишкового тепла та враховувало відповідні тарифні сітки. Крім того, повинні бути усунуті адміністративні бар'єри, щоб стимулювати користувачів підключатися до централізованого тепlopостачання, що заохочуватиме комунальні підприємства з тепlopостачання підвищувати свою ефективність.



Встановлюйте партнерства

Більш систематичне використання надлишкового тепла, по суті, забезпечує об'єднання секторів та зацікавлених осіб. Партнерство між місцевими органами самоврядування, енергопостачальниками та джерелами енергії, такими як супермаркети, центри обробки даних, водоочисні споруди та промислові підприємства, можуть сприяти максимальному використанню потенціалу надлишкового тепла.

Посилання

1. Connolly, D., et al. (2013). Heat Roadmap Europe 2: Second Pre-Study for the EU27. Department of Development and Planning, Aalborg University, p. 54
2. Terrapin (2022). What Produces Waste Heat & How Can It Power Our Planet?
3. IEA (2022). The value of urgent action on energy efficiency, p. 7
4. IEA (2022). The value of urgent action on energy efficiency, p. 9
5. Connolly, D., et al. (2013). Heat Roadmap Europe 2: Second Pre-Study for the EU27. Department of Development and Planning, Aalborg University, p. 54
6. IEA (2022). The value of urgent action on energy efficiency, p. 9
7. IEA (2022). Renewable power's growth is being turbocharged as countries seek to strengthen energy security
8. IEA (2022). Never Too Early to Prepare for Next Winter: Europe's Gas Balance for 2023-2024, p. 3
9. Sgaravatti, G., Tagliapietra, S., Zachmann, G. (2021). National policies to shield consumers from rising energy prices, Bruegel Datasets
10. IEA (2022). Energy Efficiency, p. 22
11. <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5be2fd8fb&appId=PPGMS>, p. 88
12. <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5be2fd8fb&appId=PPGMS>, p. 34
13. Persson, U., Averfalk, H., Nielsen, S., & Moreno, D. (2020). ReUseHeat project - Accessible urban waste heat (Revised version), p. 19
14. Persson, U., Averfalk, H., Nielsen, S., & Moreno, D. (2020). ReUseHeat project - Accessible urban waste heat (Revised version)
15. Fleiter, T., et al. (2020). Documentation on excess heat potentials of industrial sites including open data file with selected potentials (Version 2). Zenodo
16. Persson, U., Averfalk, H., Nielsen, S., & Moreno, D. (2020). ReUseHeat project - Accessible urban waste heat (Revised version), p. 13
17. Persson, U., Averfalk, H., Nielsen, S., & Moreno, D. (2020). ReUseHeat project - Accessible urban waste heat (Revised version), p. 20
18. Nielsen S, Hansen K, Lund R, Moreno D. (2020). Unconventional Excess Heat Sources for District Heating in a National Energy System Context, p. 2
19. Moreno D., Nielsen S. & Persson U. (2022). The European Waste Heat Map. ReUseHeat project – Recovery of Urban Excess Heat
20. Euroheat & Power (2023). DHC Market Outlook, p. 3
21. Connolly, D., et al. (2013). Heat Roadmap Europe 2: Second Pre-Study for the EU27. Department of Development and Planning, Aalborg University, p. 54
22. Connolly, D., et al. (2013). Heat Roadmap Europe 2: Second Pre-Study for the EU27. Department of Development and Planning, Aalborg University
23. Потреби тепlopостачання житлового сектору та сфери обслуговування, також відомі як «потреби низькотемпературного тепла», відповідно до даних Дорожньої карти теплозабезпечення Європи 4 за 2015 рік. Ці потреби не включають потреби промислових підприємств, оскільки необхідна вхідна температура є надто високою для технологій відновлення надлишкового тепла.
24. <https://heatroadmap.eu/peta4/>
25. Heat Roadmaps – Heat Roadmap Europe
26. Luo, A., Fang, H., Xia, J., & Lin, B. (2017). Mapping potentials of low-grade industrial waste heat in Northern China. Resources, Conservation and Recycling, 125, 335-348
27. IEA (2022). The value of urgent action on energy efficiency, p. 8
28. IEA (2022). Energy Efficiency, p. 60
29. IEA (2022). Energy Efficiency, p. 26
30. IEA (2022). Energy Efficiency, p. 60
31. IEA (2022). Energy Efficiency, p. 21
32. Fleiter, T., et al. (2020). Documentation on excess heat potentials of industrial sites including open data file with selected potentials (Version 2). Zenodo, p. 59
33. <https://www.iea.org/countries/germany>, <https://www.iea.org/countries/poland>, <https://www.iea.org/countries/sweden>
34. Fleiter, T., et al. (2020). Documentation on excess heat potentials of industrial sites including open data file with selected potentials (Version 2). Zenodo, p. 71
35. IEA (2022). Energy Efficiency, p. 60
36. Persson, U., Averfalk, H., Nielsen, S., & Moreno, D. (2020). ReUseHeat project - Accessible urban waste heat (Revised version), p. 35
37. IEA (2022). Data Centres and Data Transmission Networks
38. Persson, U., Averfalk, H., Nielsen, S., & Moreno, D. (2020). ReUseHeat project - Accessible urban waste heat (Revised version), p. 36
39. European Commission (2016). SuperSmart – Expertise hub for a market uptake of energy-efficient supermarkets by awareness raising, knowledge transfer and pre-preparation of an EU Ecolabel, p. 11
40. Moreno D., Nielsen S. & Persson U. (2022). The European Waste Heat Map. ReUseHeat project – Recovery of Urban Excess Heat
41. <https://www.iea.org/countries/czech-republic> & <https://www.iea.org/countries/belgium>
42. Defined in this paper as the area within the M25.

43. IEA (2022). Data Centres and Data Transmission Networks
44. IEA (2022). Energy Statistics Data Browser
45. eco (2021). Data centres as Gamechangers for Urban Energy Supply: City of Frankfurt am Main Could Cover Most of its Heating Needs by 2030 with Waste Heat
46. DCD (2021). Heatworks breaks ground on AWS district heating scheme in Dublin, Ireland
47. Hatchery Feed Management (2021). Land-based lobster farming to use waste heat from data center
48. IEA (2022). District Heating
49. IEA (2022). District Heating
50. IEA (2018). World Energy Outlook 2018, p. 122
51. IEA (2018). World Energy Outlook 2018, p. 123

whyee.com

Дізнайтеся більше, як рішення з енергоефективності
можуть прискорити перехід до зеленої енергетики

