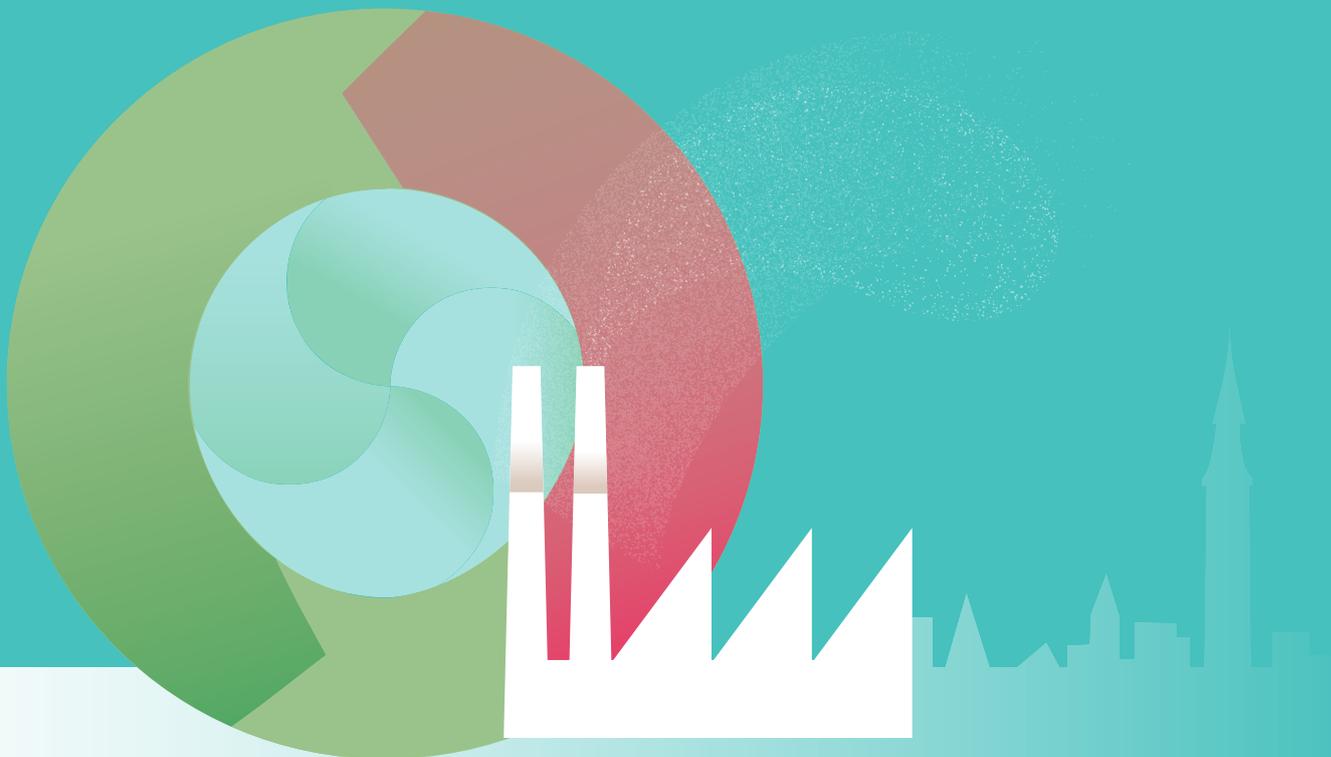


La mayor fuente de energía sin aprovechar del mundo

Exceso de calor



Hay una vía más ecológica y segura para salir de la crisis energética

Prefacio de Astrid Mozes

Presidente, Regiones, Danfoss

En 2022, el Collins Dictionary eligió la palabra «permacrisis» como palabra del año. Si echamos un vistazo a los últimos dos años, parece que el mundo ha estado viviendo una crisis tras otra. Una pandemia. Sequías extremas, inundaciones y olas de calor debido al calentamiento global. Una guerra devastadora en Europa por primera vez en décadas. Una crisis energética que amenaza con llevar la economía mundial a la recesión. Y más recientemente, un trágico terremoto en Turquía y Siria.

En Europa, los responsables de la toma de decisiones siguen luchando por cerrar la brecha entre el suministro de energía y la demanda que ha dejado el corte del gas ruso. Los países están introduciendo medidas de emergencia reactivas, como la puesta en marcha de antiguas centrales eléctricas de carbón, así como la firma de nuevos arrendamientos nucleares y de gas

natural licuado (GNL). La trágica realidad es que, aunque algunas de estas medidas podrían ayudar a mitigar la crisis energética, al mismo tiempo retrasarán y complicarán la transición ecológica que el mundo necesita tan desesperadamente.

Lamentablemente, los responsables de las tomas de decisiones pasan por alto que existe una alternativa fácilmente disponible, más ecológica, más barata y más segura, a saber, un uso más inteligente de la energía que ya tenemos. Una forma de hacerlo es utilizando las enormes cantidades de energía que se desperdician actualmente en todos los sectores. La energía desperdiciada a menudo se presenta en forma de exceso de calor y es un subproducto de la mayoría de los procesos industriales y comerciales; las fábricas, los centros de datos, las plantas de aguas residuales y los supermercados producen grandes cantidades

de exceso de calor. Solo en la Unión Europea (UE), el exceso de calor asciende a 2860 TWh/año, lo que casi corresponde a la demanda energética total de la UE de calefacción y agua caliente en edificios residenciales y del sector de servicios¹. En su lugar, gran parte de este exceso de calor podría capturarse y utilizarse².

El panorama es el mismo en el resto del mundo, pero aún no se reconoce el potencial de este exceso de calor. El exceso de calor puede reutilizarse para suministrar calefacción y agua caliente a una fábrica o exportarse a hogares e industrias vecinas a través de un sistema de distribución energética en distritos residenciales. El exceso de calor es un recurso oculto de energía y nos rodea por todas partes.

El uso del exceso de calor es eficiencia energética en su forma más pura. En nuestro reciente informe Danfoss Impact, mostramos cómo la demanda de energía va a crecer drásticamente en los próximos años debido al crecimiento de la población y al aumento de los ingresos. Sin una acción urgente que permita abordar el factor de la demanda en la ecuación verde, utilizando cada unidad de energía de forma más eficiente, no vamos por buen camino para cumplir los objetivos climáticos globales. Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), un impulso mundial para un uso más eficiente de la energía puede reducir las emisiones de CO₂ en 5 gigatoneladas adicionales al año para 2030 en comparación con las políticas actuales. Esta es una tercera parte de la reducción necesaria para cumplir con el escenario de las cero emisiones netas para 2050³. En términos de seguridad energética, este ahorro energético puede ayudar a evitar casi 30 millones de barriles de petróleo al día (triplicando la producción media de Rusia en 2021) y 650 000 millones de metros cúbicos (bcm) de gas natural al año, aproximadamente cuatro veces lo que la UE importó de Rusia en 2021⁴. Por lo tanto, la eficiencia energética es una solución crítica para muchas de las crisis más urgentes del mundo:

Al mismo tiempo, puede hacer que la energía sea más barata, segura y sostenible.

Pero si el potencial de la eficiencia energética es tan asombroso, ¿por qué no estamos viendo ya un enorme impulso global para mejorar la eficiencia, incluida la reutilización de la energía desperdiciada? Si bien la crisis energética mundial ha desencadenado un impulso sin precedentes detrás del despliegue de las energías renovables, lo cual es de hecho necesario y alentador, la atención política hacia las mejoras estructurales en la eficiencia energética ha sido casi inexistente.

Parte de la negligencia política está sucediendo probablemente debido al carácter inherente de la eficiencia energética: El desperdicio de energía es invisible, y las soluciones para aumentar la eficiencia en los edificios, la industria y el transporte son técnicas. Sin embargo, aunque las soluciones pueden no ser tan llamativas como las turbinas eólicas, son fundamentales si queremos encontrar una ruta más segura y ecológica para salir de las múltiples crisis a las que nos enfrentamos.

Un uso de la energía que, de otro modo, se desperdiciaría, daría un impulso de productividad a la economía y reduciría los precios de la energía para los consumidores. Además, el exceso de calor puede sustituir cantidades significativas de electricidad o gas que, de otro modo, se necesitarían para producir calor, y de esta manera, el exceso de calor puede ayudar a estabilizar la futura red eléctrica y, por lo tanto, facilitar la transición a un sistema de energía verde. El reciclaje del calor no solo es una medida que se está pasando por alto en la crisis energética actual, sino que también es la siguiente frontera de la transición ecológica.

Ya tenemos las soluciones disponibles hoy en día; lo que necesitamos ahora es la voluntad política para hacerlo realidad. La energía más ecológica, barata y segura es la que no utilizamos. Empecemos.

Danfoss Impact está escrito para compartir nuestra visión sobre el potencial de la eficiencia energética y la electrificación para transformar nuestro sistema energético. En el diálogo sobre la crisis energética y la transición ecológica, la eficiencia energética a menudo se suele pasar por alto políticamente. Uno de los motivos es que la eficiencia energética no es tan visible como las tecnologías de energía renovable. Otra razón es que no hemos explicado adecuadamente el enorme potencial de la eficiencia energética y el papel crítico que debe desempeñar para lograr la electrificación completa de la sociedad.

Estamos redactando estos informes técnicos para descubrir la naturaleza intangible e invisible inherente de la eficiencia energética y para ilustrar con pruebas de fuentes creíbles el papel que juega la eficiencia en la transformación de nuestro sistema energético. No pretendemos proporcionar todas las respuestas sobre lo que se necesita para limitar el calentamiento global a 1,5 grados, pero queremos resaltar la importancia de frenar la demanda de energía como base para sustituir los combustibles fósiles por energía verde. También queremos demostrar que ya disponemos de las tecnologías necesarias para su eliminación. Este número analiza toda la energía que actualmente se desperdicia en todos los sectores en forma de exceso de calor que, de otro modo, se podría reutilizar. Aunque el reciclaje de materiales como las latas de refrescos se ha convertido en la norma, no siempre ha sido así. Con la escasez de energía a la que se enfrenta el mundo, esperamos que este sea el momento en el que el reciclaje del calor residual se convierta en la norma.



Martin Rossen, Vicepresidente Sénior
Responsable de comunicación y sostenibilidad del grupo
Danfoss

El artículo ha sido preparado por Sara Vad Sørensen, directora de análisis de comunicación y sostenibilidad del grupo Danfoss. Puede enviar sus comentarios o preguntas a: sara.sorensen@danfoss.com.

¿Solo tiene 2 minutos?

Estas son las conclusiones clave



El exceso de calor es la mayor fuente de energía sin aprovechar del mundo

Solo en la UE, el exceso de calor asciende a 2860 TWh/año, lo que casi equivale a la demanda energética total de la UE de calefacción y agua caliente en edificios residenciales y el sector de los servicios⁵. En su lugar, gran parte de este exceso de calor podría capturarse y reutilizarse.



Las soluciones ya existen

Existen tecnologías de recuperación de calor que pueden utilizar el exceso de calor de industrias, plantas de aguas residuales, centros de datos, supermercados, estaciones de metro y edificios comerciales. El exceso de calor puede reutilizarse para suministrar calefacción y agua caliente a una fábrica o exportarse a hogares e industrias vecinas a través de un sistema de distribución energética en distritos residenciales. Este artículo presenta medidas políticas concretas para acelerar el uso del exceso de calor en todos los sectores, lo que beneficia a los ciudadanos y a las empresas con menores costes energéticos y acelera la transición ecológica.



La reutilización del exceso de calor es eficiencia energética en su forma más pura

Un impulso mundial en favor de una mayor eficiencia puede ayudar a evitar casi 30 millones de barriles de petróleo al día (lo que equivale a triplicar la producción media de Rusia en 2021) y 650 bcm de gas natural al año, aproximadamente cuatro veces lo que la UE importó de Rusia en 2021⁶.

¿Por qué el exceso de calor?

La ausencia de medidas con relación a la demanda en la crisis energética mundial

Entre los expertos existe un creciente consenso de que es probable que el aumento de los precios de la energía se mantenga, como mínimo, durante los próximos años. Aunque la crisis energética se intensificó debido a la devastadora guerra en suelo europeo, las consecuencias se perciben en todo el mundo. Todo el mundo ha experimentado una alta inflación que ha llevado a las familias a sufrir dificultades económicas, ha forzado a las fábricas a recortar la producción y ha ralentizado el crecimiento económico hasta el punto de que varios países se enfrentan ahora a una recesión. En Europa, donde el suministro de gas es vulnerable debido a la dependencia de Rusia, el racionamiento del gas y el riesgo significativo de apagones podrían ser el resultado de la escasez de fuentes de alimentación e inestabilidad de la red.

¿Cuáles han sido las respuestas políticas a la crisis energética? En general, la atención política se ha centrado principalmente en las medidas relacionadas con el suministro. En un desarrollo positivo inesperado, la crisis energética global ha desencadenado un impulso sin precedentes en favor de la creación de energías renovables. El mundo está ahora preparado para añadir tanta energía renovable en los próximos 5 años como en los últimos 20⁷. Esto es, de hecho, alentador y necesario.

Sin embargo, dado que la ampliación de las energías renovables no es una solución a corto plazo, uno de los principales componentes de la respuesta política a la crisis ha sido que los gobiernos aumenten las importaciones de GNL. Esta no es una solución a largo plazo, ya que la competencia para atraer GNL será más fuerte ahora que es probable que la actividad económica china se recupere⁸. Además, la mayoría de las medidas fiscales de emergencia se han centrado en subvenciones, como el apoyo a los ingresos de los hogares. Por el contrario, las medidas para reducir estructuralmente la demanda energética, como los incentivos a la inversión o las regulaciones para impulsar una mayor eficiencia, están casi ausentes en las políticas de crisis actuales (Alemania es una de las pocas excepciones alentadoras de este tipo de medidas)⁹.

A pesar del aumento de los precios de la energía y de la incertidumbre sin precedentes en el suministro energético, estamos lejos de la mejora media de la eficiencia del 4 % anual necesaria para alcanzar las cero emisiones netas¹⁰. Las medidas de eficiencia estructural, incluida la regulación para reutilizar el exceso de calor, están prácticamente ausentes en las respuestas políticas a la crisis. Este es el caso, a pesar de que las medidas de eficiencia constituyen la herramienta más rápida y rentable para mitigar la crisis energética.

«Usar gas o electricidad para calentar es como usar una motosierra para cortar mantequilla, ya que el calor puede cubrirse fácilmente con fuentes de calentamiento de bajo valor, como el exceso de calor.»

Lo más destacable es que muy pocas iniciativas han impulsado un uso más eficiente de las enormes cantidades de energía desperdiciada en forma de exceso de calor.

Como veremos en los siguientes capítulos, cada vez que un motor funciona, genera calor. Las industrias, las plantas de tratamiento de aguas residuales, los centros de datos, los supermercados, las estaciones de metro y los edificios comerciales generan grandes cantidades de calor que actualmente se liberan al aire sin esfuerzo alguno para reutilizarlo.

El exceso de calor, también llamado calor sobrante o calor residual, se puede reutilizar a través de tecnologías existentes y probadas, especialmente bombas de calor. Las bombas de calor son dispositivos eléctricos capaces de transportar calor de un lugar a otro. Por ejemplo, pueden aprovechar el calor de los gases de escape de una fábrica o el agua caliente de los sistemas de refrigeración de los centros de datos y hacerla circular en el sistema de calefacción de las viviendas cercanas.

La reutilización del exceso de calor reducirá los costes para los consumidores. Reutilizar energía es mucho más barato que comprarla o producirla. A nivel social, el exceso de calor puede sustituir cantidades significativas de electricidad o gas que, de otro modo, se necesitarían para producir calor. De este modo, el exceso de calor puede ayudar a estabilizar la futura red eléctrica. Parafraseando a Amory Lovins, el uso de vectores de energía

de alto valor como el gas o la electricidad para calentar es como «usar una motosierra para cortar mantequilla», ya que la calefacción puede estar fácilmente cubierta por fuentes de calor de bajo valor, como el exceso de calor. Además, en el futuro sistema energético surgirán nuevas fuentes de exceso de calor, como las instalaciones Power to X, que crecerán en número y generarán grandes cantidades de exceso de calor que se podrán utilizar a gran escala.

En comparación con un escenario descarbonizado convencional, una implementación completa de tecnologías que aprovechen las sinergias entre diferentes sectores y permitan la utilización del exceso de calor tiene el potencial de ahorrar 67 400 millones de euros al año una vez que se haya completado la implementación (en 2050)¹¹. Estos ahorros son el resultado de un menor uso y, a la vez, un mayor aprovechamiento del combustible al que se llega interconectando el sector de la calefacción y la refrigeración con otras partes del sistema energético, así como de una mayor flexibilidad, lo que resulta en una mejor integración de las fuentes de electricidad renovables en el sistema más amplio¹².

En resumen, aumentar el uso del exceso de calor reducirá la demanda energética general, dará un impulso de productividad a la economía y facilitará la transición a un sistema de energía verde.

Estos recursos ocultos de la energía de jardín se descubrirán en el siguiente capítulo.

¿Qué es el exceso de calor?

Imagine que ha pasado por un edificio y el suelo está lleno de billetes de un dólar. ¿Seguiría caminando tan tranquilo como si nada? Seguro que la mayoría de la gente haría un pequeño esfuerzo para agacharse y recoger el dinero. Cuando se trata del exceso de calor, esto no sucede: Metafóricamente, estamos perdiendo dinero, ya que no nos esforzamos en reutilizar el exceso de calor en nuestros edificios e industrias.

Cada vez que un motor funciona, genera calor. Cualquiera que haya sentido el calor detrás de su frigorífico puede confirmarlo. Lo mismo ocurre a mayor escala en los supermercados. Mantener los alimentos frescos en vitrinas refrigeradas y congeladores genera cantidades significativas de exceso de calor. Un proceso similar se aplica a la refrigeración de los miles de centros de datos que están surgiendo en todo el mundo. Este exceso de calor se libera actualmente al aire sin hacer ningún esfuerzo por reutilizarlo. Veamos con mayor detenimiento este recurso energético oculto.

Datos y metodología

En general, falta información general sobre el potencial del exceso de calor de diferentes áreas. Sin embargo, sabemos que, actualmente, una parte muy pequeña del exceso de calor existente, procedente tanto de fuentes convencionales como no convencionales, se recupera y utiliza en aplicaciones a gran escala¹³. Expertos de la Universidad de Aalborg y la Universidad de Halmstad han elaborado algunos de los mejores datos sobre las fuentes generales de exceso de calor, con lo que tratan el exceso de calor procedente de varias fuentes de la UE. A continuación, presentamos cifras de

los informes «Calor residual urbano accesible»¹⁴ y «Potenciales de exceso de calor de las plantas industriales en Europa»¹⁵.

Las cifras presentadas deben considerarse como estimaciones. Si no se menciona nada más, las estimaciones se denominan «exceso de calor accesible», lo que significa que las cifras tienen en cuenta los potenciales de aprovechamiento del exceso de calor disponible¹⁶. En ese sentido, las cifras son conservadoras, ya que solo tienen en cuenta las fuentes situadas a pocos kilómetros de las zonas de calefacción urbana. Como veremos, hay formas de explotar el exceso de calor que no dependen de dichas redes, por ejemplo, la recuperación de calor in situ¹⁷. Además, debe tenerse en cuenta que el exceso de calor se produce a diferentes temperaturas. A temperaturas más altas, normalmente superiores a 80 grados, el exceso de calor se puede explotar directamente, mientras que a temperaturas más bajas, se puede reforzar con una bomba de calor¹⁸. Por lo tanto, la utilización real de los potenciales de exceso de calor también depende en cierta medida de la electricidad utilizada por tecnologías como las bombas de calor.

Cuando se observan ciudades y zonas regionales específicas, las cifras son el resultado de utilizar la herramienta de planificación, «El mapa europeo del calor residual»¹⁹. Esta herramienta muestra el exceso de calor en la UE27 + Reino Unido procedente tanto de fuentes industriales convencionales como no convencionales, como estaciones de metro, plantas de producción de alimentos, tiendas minoristas de alimentos y plantas de tratamiento de aguas residuales. Las cifras pueden considerarse conservadoras, ya que la herramienta no muestra ni edificios residenciales ni del sector de servicios,

así como tampoco centros de datos. Además, esta herramienta también se centra en las fuentes situadas a pocos kilómetros de las zonas urbanas, por lo que se descartan las ubicaciones remotas.

Exceso de calor accesible en Europa

La calefacción es uno de los mayores consumidores de energía. En Europa, la calefacción representa más del 50 % del consumo energético final anual, y la mayoría del calor europeo se sigue generando utilizando fuentes basadas en combustibles fósiles, casi la mitad de las cuales es gas natural²⁰. Al mismo tiempo, todas las zonas urbanas de Europa tienen acceso a numerosos recursos de exceso de calor. Hay aproximadamente 2860 TWh/año de calor residual accesible en la UE, gran parte de los cuales podrían reutilizarse²¹. Para poner esta

cifra en perspectiva, equivale casi a la demanda energética total de la UE de calefacción y agua caliente en edificios residenciales y del sector de servicios, que es de aproximadamente 3180 TWh al año en la UE27+Reino Unido²².

En algunos países, el potencial de exceso de calor coincide con la demanda de calor²³. En los Países Bajos, por ejemplo, el exceso de calor asciende a 156 TWh/año²⁴, mientras que la demanda de agua y calefacción de espacios es de tan solo 152 TWh/año²⁵.

La situación es similar en el resto del mundo. Por ejemplo, si observamos el sector industrial del norte de China, hay alrededor de 813 TWh solo durante la temporada de calefacción²⁶. ¡Imagine cuál es la cantidad total de exceso de calor en todos los sectores de toda China!

Veamos ahora más detenidamente el potencial del exceso de calor.



El exceso de calor puede acelerar la descarbonización del sector industrial

El sector industrial representa el 39 % de todas las emisiones mundiales de carbono relacionadas con la energía²⁷ y, con su tasa actual de mejoras en la eficiencia energética del 1 % anual, no está en camino de cumplir los hitos del escenario de cero emisiones netas que requeriría mejoras del 3 %²⁸. El reto estructural para las fábricas de todo el mundo es satisfacer las crecientes demandas de producción y, al mismo tiempo, reducir las emisiones. La crisis energética actual ha ejercido gran presión sobre el sector industrial, ya que la cuota de costes energéticos para la producción ha aumentado significativamente.

Paradójicamente, el progreso de la eficiencia se está ralentizando en el sector industrial. De 2015 a 2020, la tasa de mejora en la energía necesaria para producir un dólar estadounidense de valor industrial cayó del casi 2 % anual alcanzado en 2010-15 a un poco menos del 1 %.²⁹ El sector industrial necesita mejorar su eficiencia energética a una tasa del 3 % anual para alcanzar las cero emisiones netas.³⁰ El progreso general en eficiencia energética seguirá estimulándose si la fuerte demanda industrial de energía persiste sin una mejora importante en la eficiencia energética industrial.³¹

La buena noticia es que existe un enorme potencial no aprovechado para el sector industrial, a saber, el aprovechamiento de su exceso de calor. Si nos fijamos en la UE, las instalaciones industriales constituyen la mayor fuente de exceso de calor. El exceso de calor de las instalaciones de la industria pesada de la UE asciende a más de 267 TWh al año³². Para ponerlo en perspectiva, esta cifra supera la generación combinada de calor de Alemania,

Polonia y Suecia en 2021³³. Si solo observamos las fuentes de calor residual por encima de los 95 °C y a menos de 10 km de la infraestructura de calefacción urbana existente, ya existe un potencial de 64 TWh. Esto corresponde al 12 % de la energía suministrada anualmente a la infraestructura de calefacción urbana de la UE³⁴.

El potencial también es sorprendente cuando se observan áreas urbanas específicas. Un ejemplo de ello es Essen, en la región del Ruhr de Alemania. En las zonas urbanas alrededor de Essen hay aproximadamente 50 plantas industriales que producen 11,98 TWh de exceso de calor al año. Esta es aproximadamente la cantidad de calor necesaria para calentar 1 200 000 hogares, o casi la mitad de los hogares de la zona.

Tres industrias (cemento, productos químicos y acero) representan casi el 60 % de la demanda energética industrial mundial, y las economías emergentes y en desarrollo, en particular China, son responsables del 70-90 % de la producción de estas materias primas.³⁵ Estas industrias pesadas ofrecen un gran potencial en términos de eficiencia, ya que el exceso de calor que generan está a temperaturas muy altas y, por lo tanto, es fácil de reutilizar.

El sector industrial, que actualmente no va por buen camino para cumplir los hitos del escenario de cero emisiones netas para 2050, tiene la capacidad de cambiar el rumbo de la eficiencia energética global reutilizando el exceso de calor. Como veremos en el siguiente capítulo, existen varias formas en las que la industria puede aprovechar el exceso de calor; por ejemplo, puede reutilizarse para suministrar calor y agua caliente a una fábrica, o puede exportarse a hogares e industrias vecinas a través de un sistema de distribución energética en distritos residenciales.



Excelentes resultados en China gracias a la reutilización del exceso de calor

Ciudad de Benxi China

Desde 2015, la ciudad de Benxi ha reutilizado gradualmente los recursos de calor residual de la industria siderúrgica. A través de la integración sectorial, el calor residual de los procesos de producción de acero se reutiliza para calentar la ciudad. Estos esfuerzos han dado como resultado una reducción significativa del consumo anual total de carbón de la ciudad, una reducción de las facturas energéticas y una mejora importante de la calidad del aire.

Fábricas chinas de Danfoss

Desde 2018, las fábricas de Danfoss en Haiyan y Wuqing han estado trabajando para recuperar el exceso de calor de los procesos de ventilación y refrigeración. A pesar de un aumento del 22 % en la facturación, el consumo energético de calefacción en las fábricas ha disminuido un 7 %, lo que se traduce en una mejora de la productividad energética del 24 % en 3 años. Los proyectos de recuperación de calor han contribuido aproximadamente al 15 % de estos resultados. El calor recuperado permitió ahorrar más de 300 000 euros en facturas de energía solo en 2021.

Múltiples fuentes de exceso de calor en zonas urbanas

Históricamente, el exceso de calor procedente de plantas metalúrgicas y centrales eléctricas se ha reutilizado debido a las temperaturas muy altas. Pero a medida que la tecnología ha evolucionado, muchas más fuentes que producen exceso de calor a temperaturas más bajas se han vuelto viables para su reutilización, como veremos en el siguiente capítulo. Mientras que las instalaciones industriales son la mayor fuente de exceso de calor, las grandes ciudades sin industria también tienen numerosas fuentes de exceso de calor que suman una cantidad considerable de energía.

Tomemos como ejemplo los centros de datos. Los datos se han convertido en la sangre vital de la economía digital global actual, son la columna vertebral del flujo de información en las ciudades e impulsan una amplia gama de actividades, desde infraestructuras y transporte hasta el comercio minorista y la fabricación. Los centros de datos también son grandes consumidores de electricidad. En 2020, los centros de datos de la UE27 + Reino Unido consumieron 100 TWh de electricidad, es decir, alrededor del 3,5 % de la demanda eléctrica final de la región³⁶. Según la AIE, los centros de datos y las redes de transmisión de datos representan casi el 1 % de todas las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía en todo el mundo³⁷. Las estimaciones conservadoras de 2020 contaban con 1269 centros de datos en la UE27 + Reino Unido, con un total de 95 TWh de exceso de calor accesible anualmente³⁸.

Lo mismo ocurre con los supermercados. Los supermercados son una parte integral de las comunidades de todo el mundo. También son grandes consumidores de energía. De media, los supermercados consumen aproximadamente el 3-4 % de la producción anual de electricidad en los países industrializados³⁹.

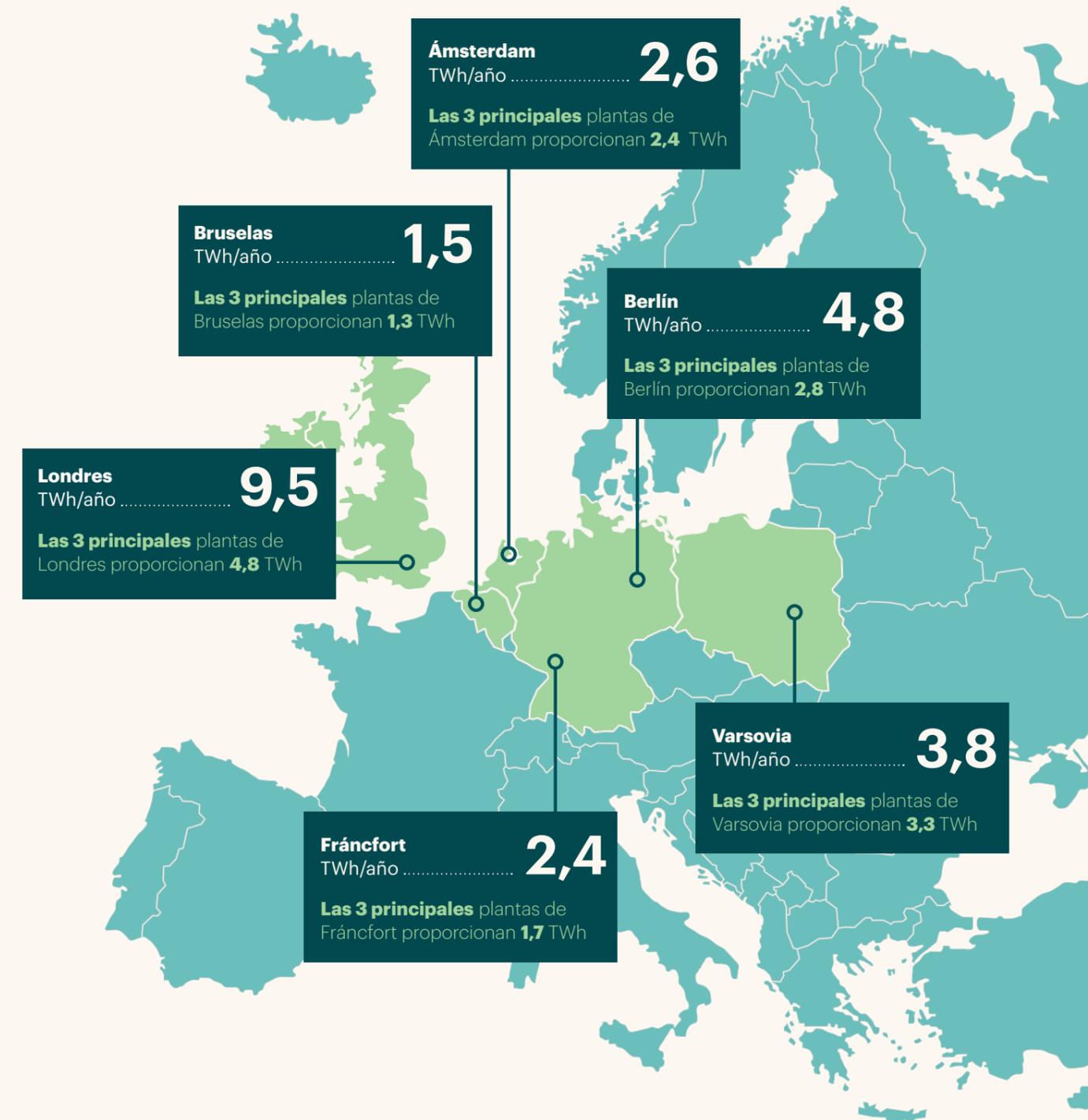
En la UE existe un potencial de exceso de calor procedente del comercio minorista de alimentos de un total de 44 TWh al año⁴⁰. Aunque es significativamente inferior al exceso de calor de las plantas industriales, equivale al calor generado por la República Checa y Bélgica en 2021⁴¹. Además, el exceso de calor de los supermercados se puede aprovechar muy fácilmente y reutilizar en los propios supermercados para calentar el espacio o proporcionar agua caliente. Lo único que se necesita es que los propietarios de los supermercados implementen tecnologías existentes y probadas. Como muestra el caso de los supermercados, esto puede incluso contribuir a un ahorro significativo en la factura energética, lo que es aún más crucial en la crisis energética actual.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales son otra fuente considerable de exceso de calor, con un potencial en toda la UE de 318 TWh de calor residual accesible anualmente. Aunque estas fuentes de exceso de calor no son tan grandes como el exceso de calor de las instalaciones industriales, juntas pueden cubrir una cantidad considerable de consumo energético en zonas urbanas.

Por ejemplo, veamos el Gran Londres⁴². La zona cuenta con 648 fuentes de exceso de calor aptas, incluidos centros de datos, estaciones de metro, supermercados, plantas de tratamiento de aguas residuales e instalaciones de producción de alimentos. El exceso de calor de estas fuentes asciende hasta 9,5 TWh al año, aproximadamente la cantidad de calor necesaria para calentar 790 000 hogares. Solo las tres plantas principales podrían suministrar 4,8 TWh de calor al año.

En el siguiente gráfico se puede ver el potencial de exceso de calor de ciudades seleccionadas de la UE.

De media, el 78,8 % del exceso de calor que se muestra a continuación puede obtenerse únicamente de los tres principales emplazamientos de las ciudades.



¿Cómo se puede utilizar el exceso de calor?

Las soluciones ya existen

El exceso de calor tiene muchas ventajas. Aumentar el uso del exceso de calor reducirá la demanda energética general, lo que, a su vez, reducirá los costes tanto para los consumidores como para las empresas. Proporcionará a la economía un impulso de productividad, ya que es mucho más barato reutilizar la energía que comprarla o producirla. El uso del exceso de calor es una alternativa más ecológica que la mayoría de las otras fuentes de energía y, por definición, es la eficiencia energética en su forma más pura. Además, el exceso de calor puede ayudar a estabilizar la red eléctrica, ya que es una alternativa a los vectores de energía de alto valor como la electricidad.

Existen varias formas de utilizar el exceso de calor. En términos generales, las soluciones van desde soluciones muy sencillas que utilizan el exceso de calor para calentar la misma unidad hasta las soluciones más avanzadas en términos de calefacción a nivel de distrito. Veamos más detenidamente las opciones.

1. Reutilizar el exceso de calor en la misma entidad

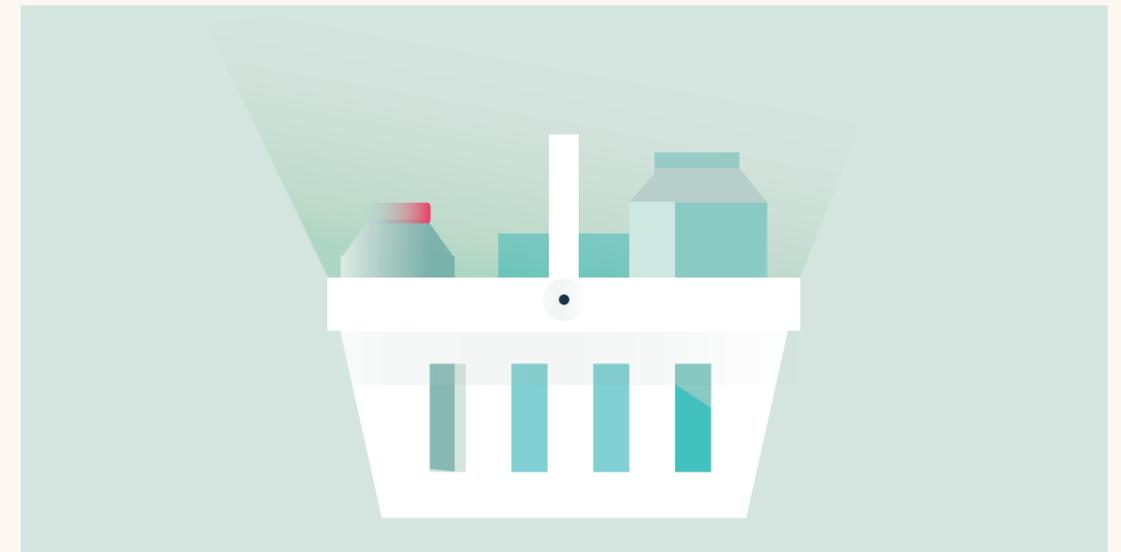
El exceso de calor se produce en varios lugares. Cada vez que se utiliza energía, existe el potencial de exceso de calor. Más específicamente, el exceso de calor suele encontrarse en los procesos de fabricación

o donde se producen procesos de calentamiento, refrigeración, congelación y quema.

La forma más sencilla de utilizar el exceso de calor es reintegrarlo en los mismos procesos (por ejemplo, el caso de los supermercados). La temperatura del exceso de calor variará en función del proceso del que resulte. Por ejemplo, el exceso de calor de industrias pesadas como la química y el cemento tiene una temperatura mucho más alta que el exceso de calor de la refrigeración en edificios. Dependiendo de la temperatura del exceso de calor, este se puede utilizar para diferentes fines. En general, el exceso de calor a alta temperatura se puede utilizar tanto para procesos industriales como para uso doméstico, mientras que el procedente de bajas temperaturas es adecuado para uso doméstico (por ejemplo, calefacción de espacios y agua).

Una forma de utilizar el calor residual internamente es instalar una unidad de recuperación de calor. Una unidad de recuperación de calor vale la pena considerarla en casi todos los casos en los que la energía térmica no utilizada se produce como un «producto residual» para aumentar la eficiencia de la planta en general. Las unidades de recuperación de calor hacen que el calor residual se pueda utilizar para procesos a un nivel de temperatura similar o más baja. Como se puede ver en el caso de los supermercados, el exceso de calor se puede utilizar para calentar la tienda y producir agua caliente sanitaria.

Caso: Reutilización del exceso de calor en supermercados



Mantener los alimentos frescos en las vitrinas refrigeradas y los congeladores representa la mayor parte del consumo energético de un supermercado. Puede parecer contradictorio, pero las vitrinas refrigeradas, los congeladores y los frigoríficos producen una cantidad significativa de calor. Cualquiera que haya sentido alguna vez el calor detrás de su frigorífico puede confirmarlo. Estos sistemas de refrigeración generan cantidades significativas de exceso de calor, que a menudo se liberan directamente a la atmósfera y se desperdician.

En una pequeña ciudad del sur de Dinamarca, el supermercado local SuperBrugsen ha ahorrado una cantidad considerable de energía reutilizando y vendiendo el exceso de calor de los sistemas de refrigeración.

Desde 2019, el 78 % del consumo de calor de SuperBrugsen se aprovecha del calor reutilizado de los procesos de refrigeración. Y el supermercado ha vendido 133,7 MWh a otros edificios locales a través de la red

de distribución de calefacción a nivel de distrito.

Tres iniciativas interrelacionadas han impulsado los resultados:

En primer lugar, el supermercado ha pasado de los refrigerantes químicos a un refrigerante natural, el CO₂, que tiene muy buenas propiedades de recuperación de calor.

En segundo lugar, en el supermercado SuperBrugsen se ha instalado una unidad de recuperación de calor diseñada para recuperar el calor residual de los sistemas de refrigeración con CO₂. El calor recuperado se reutiliza para calentar la tienda y producir agua caliente sanitaria.

En tercer lugar, SuperBrugsen lleva a cabo programas de eficiencia energética para garantizar la eficiencia a largo plazo. Los sistemas de refrigeración se supervisan, los parámetros técnicos se ajustan y el servicio regular ha mejorado aún más la eficiencia energética y el consumo energético.

2. Integraci3n sectorial y planificaci3n urbana inteligente

La integraci3n sectorial o acoplamiento sectorial es el proceso de optimizaci3n de la combinaci3n de al menos dos sectores diferentes de demanda y producci3n de energa (es decir, electricidad, calefacci3n, refrigeraci3n, transporte y procesos industriales). La integraci3n sectorial consiste en maximizar las sinergias entre los sectores, la conversi3n y el almacenamiento de energa. Esto puede ocurrir a pequea escala a trav3s de la planificaci3n urbana o a gran escala a trav3s de las redes de distribuci3n de energa a nivel de distrito (v3ase m3s abajo). La planificaci3n urbana puede aprovechar el potencial de la integraci3n sectorial y el exceso de calor poniendo en contacto a los productores de energa con los consumidores de energa a trav3s de una red inteligente. Pueden producirse grandes sinergias cuando un productor de exceso de calor, por ejemplo, un centro de datos, se encuentra cerca de entidades que pueden comprar y utilizar grandes cantidades de exceso de calor (por ejemplo, la horticultura). Analizar las posibilidades de tales sinergias entre los productores de energa y los usuarios en la planificaci3n urbana se denomina planificaci3n de agrupaciones industriales y contribuye a descarbonizar nuestro sistema energ3tico. Adem3s, se ha mostrado que la colaboraci3n entre empresas cercanas proporciona beneficios econ3micos tanto al comprador como al vendedor.

3. Sistemas de distribuci3n de energa a nivel de distrito

En muchas partes del mundo, los sistemas District Energy de distribuci3n de energa a nivel de distrito suministran calefacci3n y refrigeraci3n a hogares y empresas. District Energy es un sistema colectivo que suministra calefacci3n o refrigeraci3n a toda una zona. La red de distribuci3n de calefacci3n a nivel de distrito aprovecha el calor de una combinaci3n de fuentes, como las renovables (solar, geot3rmica y biomasa) y las f3siles, como en las centrales el3ctricas, y lo distribuye a trav3s de tuberias a los usuarios finales en forma de agua caliente. Hoy en d3a, la mayor3a de la producci3n mundial de calefacci3n a nivel de distrito depende de combustibles f3siles. Seg3n la AIE, el mundo necesita duplicar la cuota de fuentes verdes en calefacci3n urbana para

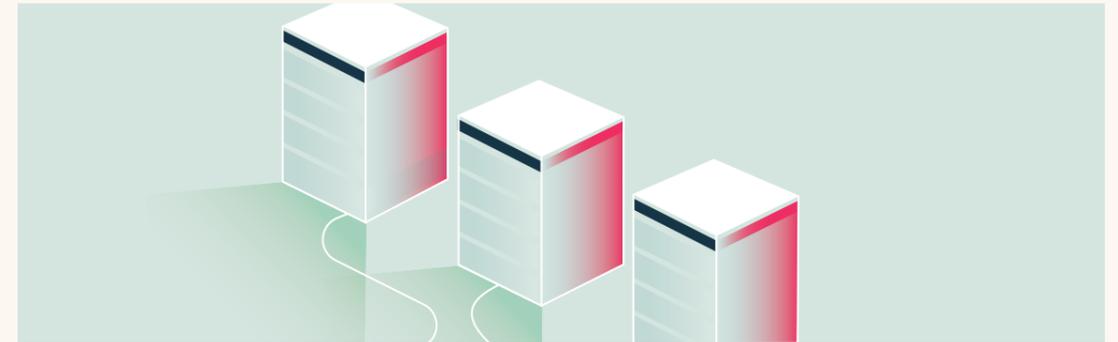
2030 para alcanzar las cero emisiones netas⁴⁸. Si tenemos 3xito, esto ayudar3 a reducir las emisiones de carbono de la generaci3n de calor en m3s de un tercio.

Hoy en d3a, los sistemas de distribuci3n de energa a nivel de distrito permiten un suministro de calor ecol3gico. Una de las principales fortalezas de estos sistemas de distribuci3n de energa a nivel de distrito es su capacidad para integrar diferentes fuentes de calor que pueden expulsar los combustibles f3siles de la combinaci3n de calefacci3n y refrigeraci3n. A medida que la tecnolog3a de distribuci3n de energa a nivel de distrito evoluciona, pueden aprovecharse cada vez m3s fuentes de calor ecol3gicas en el sistema. Hoy en d3a, la distribuci3n de energa a nivel de distrito de 4ª generaci3n permite integrar fuentes de calor de muy baja temperatura en el sistema y proporcionar calefacci3n para edificios nuevos que puedan funcionar a bajas temperaturas. El hecho de que cada vez se puedan utilizar m3s fuentes de energa ecol3gicas en la calefacci3n y refrigeraci3n urbanas coloca a los sistemas de distribuci3n de energa a nivel de distrito en el centro de la transici3n ecol3gica.

Otra ventaja crucial de la energa de distrito es que favorece el equilibrio de la red. Uno de los principales retos a la hora de descarbonizar nuestra red y aumentar la electrificaci3n es garantizar que el suministro coincida con la demanda. Al considerar el sistema energ3tico de forma holistica y conectar diferentes fuentes de energa, el sistema de distribuci3n de energa a nivel de distrito permite un uso flexible de la energa. Es decir, permite compensar las discrepancias en la oferta y la demanda para que podamos explotar toda la capacidad de la red. Equilibrar los picos ser3 especialmente importante a medida que aumentemos el uso de energas renovables y la electrificaci3n aumente.

Existen enormes sistemas de distribuci3n de energa a nivel de distrito en China y Europa, y se espera que haya m3s. Dinamarca es uno de los pa3ses m3s eficientes energ3ticamente del mundo, principalmente debido al uso generalizado de los sistemas District Heating de distribuci3n de energa a nivel de distrito. En Dinamarca, el 65 % de los edificios cubren su demanda de calefacci3n mediante la distribuci3n de energa a nivel de distrito que ofrece el sistema District Heating, y m3s de la mitad del calor proviene de fuentes ecol3gicas como residuos, biomasa y exceso de calor de varios procesos comerciales⁴⁹.

Caso: El potencial del exceso de calor de los centros de datos



Los datos se han convertido en la sangre vital de la econom3a digital global actual, son la columna vertebral del flujo de informaci3n e impulsan una amplia gama de actividades, desde infraestructuras y transporte hasta el comercio minorista y la fabricaci3n. Seg3n la AIE, en 2021 los centros de datos consumieron 220-320 TWh de electricidad o alrededor del 0,9-1,3 % de la demanda global final de electricidad⁴³, lo que supera el consumo de electricidad de algunos pa3ses⁴⁴.

Los centros de datos tambi3n son importantes productores de exceso de calor. Los servidores de un centro de datos generan calor equivalente a su consumo de electricidad, y la refrigeraci3n necesaria de estas m3quinas tambi3n produce un gran exceso de calor. En comparaci3n con otras fuentes de exceso de calor, el flujo de exceso de calor procedente de los centros de datos es ininterrumpido y, por lo tanto, constituye una fuente muy fiable de energa limpia. Hay varios ejemplos de reutilizaci3n del exceso de calor de los centros de datos para calentar edificios cercanos a trav3s de una microrred o para exportar a la red de distribuci3n de energa a nivel de distrito y usarse para m3ltiples fines.

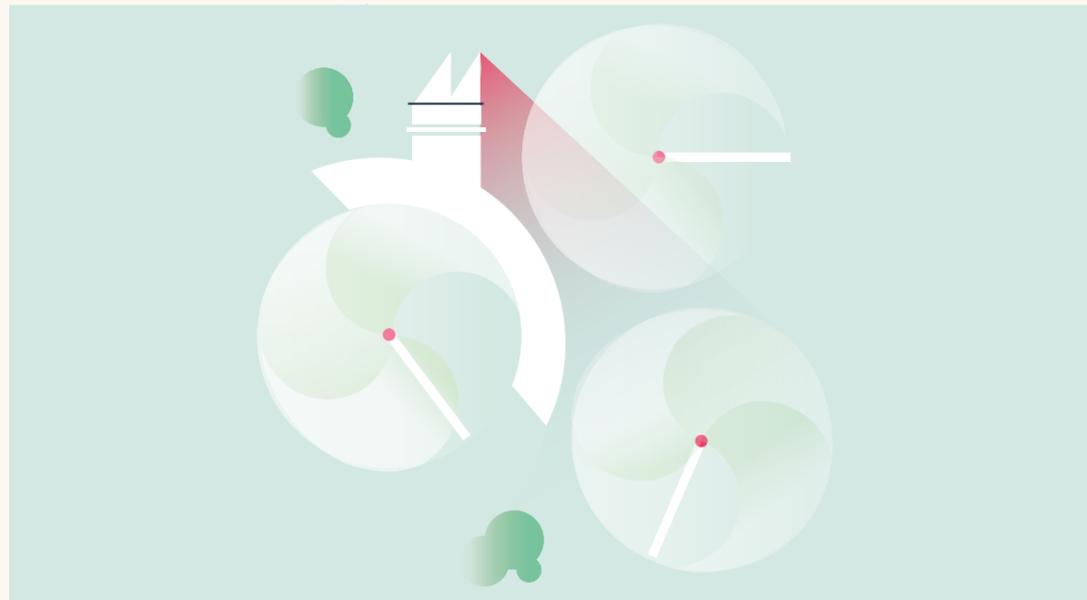
En la ciudad de Fr3ncfort del Meno hay varios proyectos en marcha para ayudar a la ciudad a extraer el exceso de calor de los centros de

datos y a utilizarlo para toda la demanda de calor de hogares y oficinas. Se ha estimado matem3ticamente que el calor residual de los centros de datos de Fr3ncfort podr3a cubrir para el a3o 2030 toda la demanda de calor de la ciudad procedente de hogares privados y edificios de oficinas⁴⁵.

En Dubl3n, Amazon Web Services ha construido la primera soluci3n sostenible a medida de Irlanda para suministrar calor con bajas emisiones de carbono a un barrio en desarrollo de Dubl3n. El centro de datos recientemente terminado suministrar3 calor inicialmente a 47 000 m² de edificios del sector p3blico. Tambi3n proporcionar3 calor a 3000 m² de espacio comercial y 135 apartamentos de alquiler asequibles⁴⁶.

En Noruega, se ha instalado un centro de datos junto con la primera granja de langosta terrestre del mundo. La empresa de coubicaci3n utiliza una soluci3n de refrigeraci3n de fiordo para enfriar su centro de datos, con agua de mar que entra en la instalaci3n a 8 °C y luego se libera de nuevo en el fiordo a 20 °C. Por lo tanto, es la temperatura adecuada para el crecimiento 3ptimo de una langosta. En el futuro, se construir3 una nueva instalaci3n de producci3n cerca del centro de datos, lo que le permitir3 utilizar el agua de mar caliente para la cr3a de langostas⁴⁷.

Caso: Las plantas de tratamiento de aguas residuales como productores de energía



Según la AIE, el sector mundial del agua utiliza aproximadamente 120 Mtoe al año, casi equivalente al consumo total de energía de Australia⁵⁰. Si no se toman medidas, el consumo energético global relacionado con el agua aumentará en un 50 % para 2030⁵¹.

Existe un potencial significativo de ahorro energético en el sector del agua si se aprovechan todos los potenciales de eficiencia energética económicamente disponibles, sobre todo cuando se trata de utilizar el exceso de energía.

Las aguas residuales contienen cantidades significativas de energía incrustada. El lodo puede extraerse de las aguas residuales y bombearse a los digestores. Estos producen biogás, principalmente metano, que se puede quemar para producir calor y electricidad.

En consecuencia, las plantas de tratamiento de aguas residuales tienen el potencial de pasar de ser consumidores de energía a ser productores de energía.

En Aarhus (Dinamarca), la planta de tratamiento de aguas residuales de Marselisborg produce mucha más energía de la que necesita para tratar las aguas residuales de las 200 000 personas a las que presta servicio.

De hecho, la planta de tratamiento de aguas residuales de Marselisborg produce tanta energía que también puede cubrir la energía necesaria para la demanda de agua potable. La planta de tratamiento de aguas residuales de Marselisborg abre el camino hacia un sector del agua neutro en energía y muestra cómo desacoplar la energía del agua.

La planta de tratamiento de aguas residuales de Marselisborg produce suficiente energía para cubrir todo el ciclo del agua de un área urbana de 200 000 personas, todo ello con un retorno de la inversión estimado de 4,8 años.

Además, el exceso de calor de las plantas de tratamiento de aguas residuales puede calentar edificios e industrias a través de los sistemas de District Energy de distribución de energía a nivel de distrito.

El reciclaje de calor no solo es una medida que se ha pasado por alto en la crisis energética actual, sino que también es la siguiente frontera de la transición ecológica

Política

Recomendaciones



Muchos países y ciudades están listos para aprovechar la energía desperdiciada en su territorio. No menos importantes son los que tienen una gran demanda de energía, un sistema District Energy de distribución de energía a nivel de distrito y grandes fuentes de exceso de calor. En un momento caracterizado por explosión de los precios de la energía, la escasez del gas y la crisis climática como el actual, sería un error político de proporciones inmensas que los responsables de las tomas de decisiones de todo el continente no aprovecharan el exceso de calor. Además, el papel del exceso de calor en el futuro sistema energético no hará más que crecer. La tecnología para utilizar el exceso de calor a baja temperatura (por ejemplo, el sistema District Energy de distribución de energía a nivel de distrito de 4ª generación) está madurando y, en el futuro sistema energético, las fuentes de exceso de calor, como las instalaciones Power to X, crecerán significativamente. Es crucial que los responsables de las tomas de decisiones sean conscientes de este potencial a la hora de llevar a cabo la planificación urbana y diseñar el marco financiero y normativo para el futuro mercado energético.



Regulación. En general, el exceso de calor debe considerarse un recurso energético en lugar de un residuo que se debe eliminar. Hoy en día, existen una serie de barreras comerciales que impiden que los actores del mercado aprovechen el potencial que ofrece la reutilización del exceso de calor. La regulación puede eliminar estas barreras, por ejemplo, apoyando un tratamiento equitativo del calor residual y las fuentes de energía renovables que se utilizan en las redes de calefacción. La regulación también puede impulsar un mayor uso del exceso de energía haciendo obligatorio que entidades como los centros de datos o las industrias diseñen un plan para explotar el exceso de calor.

En general, la planificación obligatoria de la calefacción permitirá a las ciudades de toda Europa evaluar el potencial y hacer un mejor uso de los recursos disponibles localmente. Por ejemplo, en Dinamarca, se pidió a los municipios que estudiaran la demanda de calor existente, el método de suministro de calor existente y las cantidades de energía utilizadas. También estimaron las posibilidades futuras de demanda y suministro. Basándose en esta información, se prepararon planes energéticos generales para mostrar la prioridad de las opciones de suministro de calor en cualquier zona dada e identificar las ubicaciones de las futuras unidades y redes de suministro de calor. Dependiendo del sistema energético existente, la planificación energética puede revelar potencial a pequeña escala (como la formación de los incentivos adecuados para la recuperación de calor o el potencial de cogeneración de calefacción y electricidad) o puede revelar el potencial de oportunidades a mayor escala, como la implementación de la calefacción de distrito.

Es crucial que el alcance de la planificación del calor sea amplio y detallado, e incluya también posibles fuentes futuras de exceso de calor, como las instalaciones Power to X.



Abordar los incentivos económicos. Para mejorar aún más la eficiencia energética mediante el uso de energía desperdiciada, es esencial eliminar las barreras financieras y legislativas. El diseño actual del mercado energético es, en muchos lugares, un obstáculo para las tecnologías de integración sectorial. O bien obstaculiza la participación de las tecnologías de integración sectorial en mercados específicos, o bien no internaliza todas las externalidades positivas y negativas de las tecnologías bajas e intensivas en carbono, respectivamente. Es crucial que la legislación fiscal favorezca el uso del exceso de calor y que se consideren las estructuras tarifarias de red adecuadas. Además, es necesario eliminar las barreras administrativas para incentivar que los usuarios se conecten a las redes de calefacción de distrito, lo que también animará a las empresas de District Heating a aumentar su eficiencia.



Establecer asociaciones. El uso más sistemático del exceso de calor es, en esencia, un ejercicio que abarca sectores y partes interesadas. Las asociaciones entre las autoridades locales, los proveedores de energía y las fuentes de energía, como supermercados, centros de datos, plantas de aguas residuales e industrias, pueden ayudar a maximizar todo el potencial del exceso de calor.

Referencias

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. Heat demanded by residential and service sector buildings, also called “low-temperature heat demand”, according to 2015 data from the Heat Roadmap Europe 4. This demand doesn't cover industrial heat demand as required input temperatures are too high for excess heat recovery technologies.
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). Documental 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

Obtenga más información sobre cómo las soluciones de eficiencia energética pueden acelerar la transición ecológica.

