

Heatcube®

Calentando el camino al futuro: cómo descarbonizar con eficacia el calor de proceso industrial.

Autora:

Lars Martinussen,
Director comercial para el norte de Europa de
Kyoto Group AS



La mayor demanda energética del mundo es de calor.

La mayor demanda energética del mundo es de calor, que se obtiene principalmente de combustibles fósiles que originan el 40 % de las emisiones globales de carbono.

Esto es muy problemático para la reducción de emisiones y el desarrollo sostenible especialmente en el sector industrial, que representa el 22 % de la demanda total de energía y es un importante núcleo de emisión de CO₂. La demanda mundial de calor de proceso industrial descarbonizado es de casi 26 000 TWh anuales. Alrededor del 45 % de esta cantidad (hasta 500 °C) se puede electrificar fácilmente en la actualidad.

Las empresas industriales se han fijado ambiciosos objetivos de reducción de emisiones de entre el 50 y el 60 % de aquí al año 2030, algunas incluso del 100 %. Para el año 2050, prácticamente todas las empresas aspiran al cero neto.



«Con reducciones sustanciales de CO2, una inversión inicial razonable y una vida útil de 25 años, el Heatcube constituye una solución de aplicación inmediata, eficaz en cuanto a costes y sostenible».

El almacenamiento descentralizado es una pieza clave en la estrategia global para la descarbonización y supone una revolución en la forma en que generamos, almacenamos y distribuimos la energía. En el intento por mitigar el cambio climático y hacer la transición hacia un futuro energético sostenible nunca se insiste lo suficiente en la importancia de las soluciones de almacenamiento descentralizado.

Uno de los principales factores que impulsan la tendencia hacia el almacenamiento descentralizado es su papel fundamental en el apoyo a la integración de las fuentes de energía renovables. A medida que las energías solar y eólica siguen ganando protagonismo, su intermitencia inherente resulta problemática a la hora de mantener un suministro eléctrico constante. Los sistemas de almacenamiento descentralizado, como el almacenamiento térmico, abordan este problema capturando el exceso de energía durante los períodos de máxima producción y liberándola cuando la demanda es alta o

la generación renovable es baja. Esto mitiga la dependencia de las fuentes de energía de reserva convencionales, intensivas en carbono, y allana el camino hacia una red energética más limpia y fiable.

¿Pero cómo se puede conseguir?

La respuesta consiste en una combinación de soluciones y tecnologías, y la electrificación del calor de proceso es una pieza crucial de este rompecabezas tan importante.

El Heatcube de Kyoto es una solución viable para electrificar con eficacia el calor de proceso en la industria. La transición desde los combustibles fósiles al Heatcube reduce las emisiones de CO2 entre 1000 y 14 000 toneladas al año, dependiendo del tipo de combustible sustituido (gas natural, carbón, diésel). Con reducciones sustanciales de CO2, una inversión inicial razonable y una vida útil de 25 años, el Heatcube constituye una solución de aplicación inmediata, eficaz en cuanto a costes y sostenible.

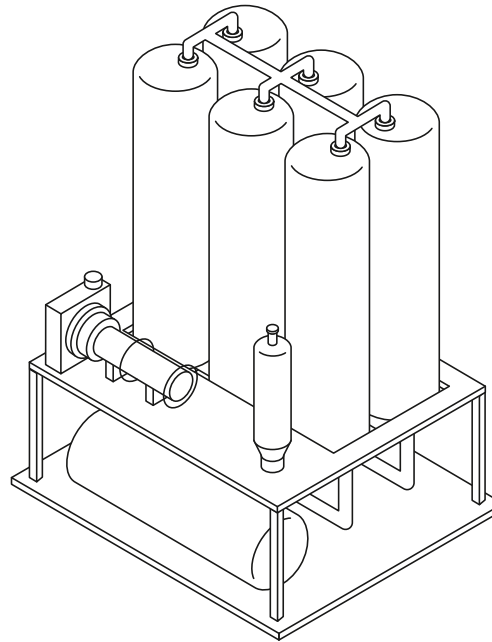


**hasta 14,000
toneladas**

Reducción anual de CO2

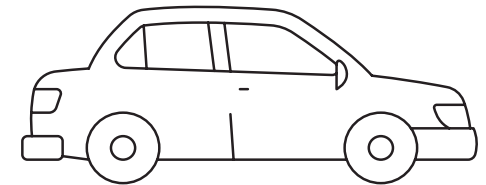
«La transición desde los combustibles fósiles al Heatcube reduce las emisiones de CO2 entre 1000 y 14 000 toneladas al año, dependiendo del tipo de combustible sustituido (gas natural, carbón, diésel).»

Reducción de CO2



Sustituir el gas natural
en la industria por

1x 64MWh



Reducción de CO2
equivalente a retirar

5,575

coches fuera de la
carretera

La batería térmica de nuestro futuro.

El almacenamiento de energía térmica (TES, por sus siglas en inglés) mediante sal fundida ha sido durante casi dos décadas una tecnología básica en el sector de la energía solar concentrada (CSP).

Con el Heatcube, la acreditada tecnología TES reduce su escala y se combina con un nuevo diseño de proceso que permite utilizarla para los procesos industriales. El Heatcube mejora la flexibilidad separando la demanda de calor industrial de la disponibilidad inmediata de energía. Ofrece servicios como el desplazamiento de la demanda, la integración de las energías renovables y la integración sectorial (electricidad y calefacción). El Heatcube implementa con eficacia el desplazamiento de la carga usando una energía renovable abundante y asequible para garantizar un calor de proceso limpio y estable.



El Heatcube es un sistema de almacenamiento de energía muy flexible y multifuncional diseñado para suministrar calor «a la carta» para aplicaciones industriales. El Heatcube se puede adaptar a medida para optimizar el rendimiento según la demanda térmica necesaria empleando tres componentes principales para la carga, el almacenamiento y la descarga.

Al combinar una tecnología acreditada con un diseño de última generación, el Heatcube puede proporcionar una salida de vapor constante de entre 135° C y 400 °C. El enfoque modular de Kyoto permite adaptar las soluciones a cada cliente industrial en función de la capacidad de carga, la capacidad de almacenamiento y la generación de calor.

Diseñado para la industria

El Heatcube se puede cargar completamente en cuestión de horas y suministra calor para 24 horas en función de la capacidad instalada y el calor que se necesita. Una característica distintiva consiste en que es capaz de cargar y descargar a la vez, lo que permite utilizar la energía renovable cuando está disponible sin interrumpir el suministro de calor. El tiempo de rampa corto les permite a los usuarios acceder a los mercados de compensación (reserva de frecuencia).

La capacidad de carga es de 10, 20 o 30 MW desde

El proceso de circulación

Carga del Heatcube:

La sal fundida fría se hace circular a través del calentador eléctrico y se almacena como sal fundida caliente en los tanques.

Descarga del Heatcube:

La sal fundida caliente se hace circular desde los tanques a través del sistema generador de vapor, con lo que se produce vapor y se devuelve como sal fundida fría a los tanques.

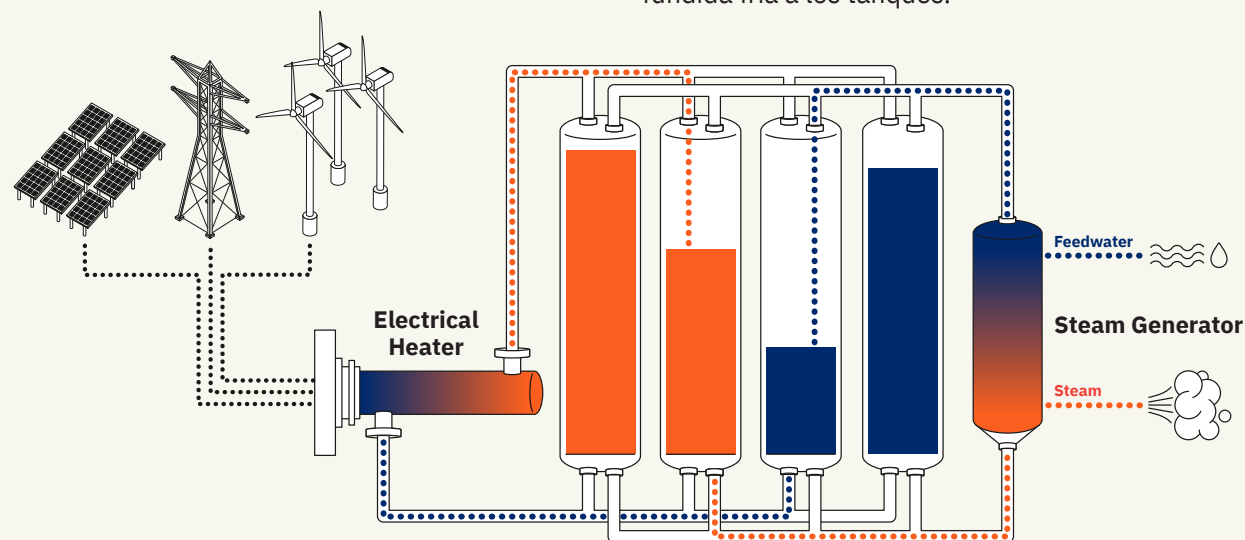


Fig. 1: Proceso de carga y descarga del Heatcube.

la red o desde fuentes de energía renovables no conectadas a la red. El sistema modular con una capacidad de almacenamiento de 8 MWh por tanque se puede expandir hasta una capacidad total de 120 MWh. El Heatcube se puede adaptar para cubrir

diversos procesos con una potencia térmica de hasta 20 MW y presiones de hasta 40 bares.

«El Heatcube está diseñado para integrarse a la perfección en un proceso de producción ya existente. La solución Plug & Play se conecta de forma sencilla a la fuente de energía, el agua de alimentación y la salida de vapor».

Funcionamiento

El funcionamiento del Heatcube está gestionado por el sistema de gestión de la batería integrado (BMS).

El propósito del BMS es 1) recopilar los datos necesarios para el control, los informes, las estadísticas y el almacenamiento en bases de datos y 2) garantizar el funcionamiento del Heatcube a prueba de fallos mecánicos. El BMS garantiza que todas las operaciones de la batería se realicen de forma correcta y segura, pero depende de sistemas externos para iniciar y detener la carga y la descarga.

Carga y descarga simultáneas

El sistema de circulación de sal fundida está diseñado para realizar por separado la carga (calentamiento eléctrico) y la descarga (calor de proceso, por ejemplo vapor). Por lo tanto, el sistema permite cargar y descargar simultáneamente el sistema de almacenamiento de energía térmica. Esto le permite al operador aprovechar la electricidad barata disponible a cualquier hora del día mientras produce calor de proceso.

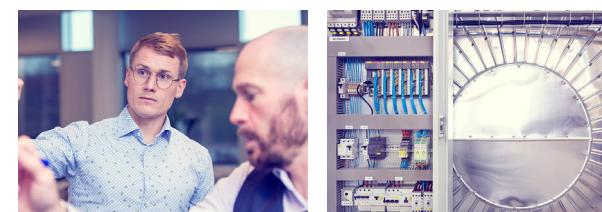
La sal como medio de almacenamiento

El uso más eficiente de la energía al producir calor de proceso consiste en almacenarla como calor. El uso de la sal fundida como medio de almacenamiento supone varias ventajas para la industria. La sal ternaria es sostenible y se mantiene dentro de sus condiciones operativas, lo que evita que se deteriore con el tiempo. El almacenamiento de calor sensible proporciona una temperatura de proceso estable y de alta calidad en un rango de 135-400 °C.

El Heatcube no utiliza minerales de tierras raras. La mezcla de sal no es inflamable ni explosiva, y las sales se han utilizado ya durante las últimas décadas en múltiples soluciones de producción y almacenamiento de energía en todo el mundo. La sal no se degrada, por lo que es posible reciclarla y reutilizarla en nuevos Heatcubes.

Integración perfecta

El Heatcube está diseñado para integrarse a la perfección en un proceso de producción ya existente. La solución Plug & Play se conecta de forma sencilla a la fuente de energía, el agua de alimentación y la salida de vapor.



135 - 400°C

Temperatura del vapor

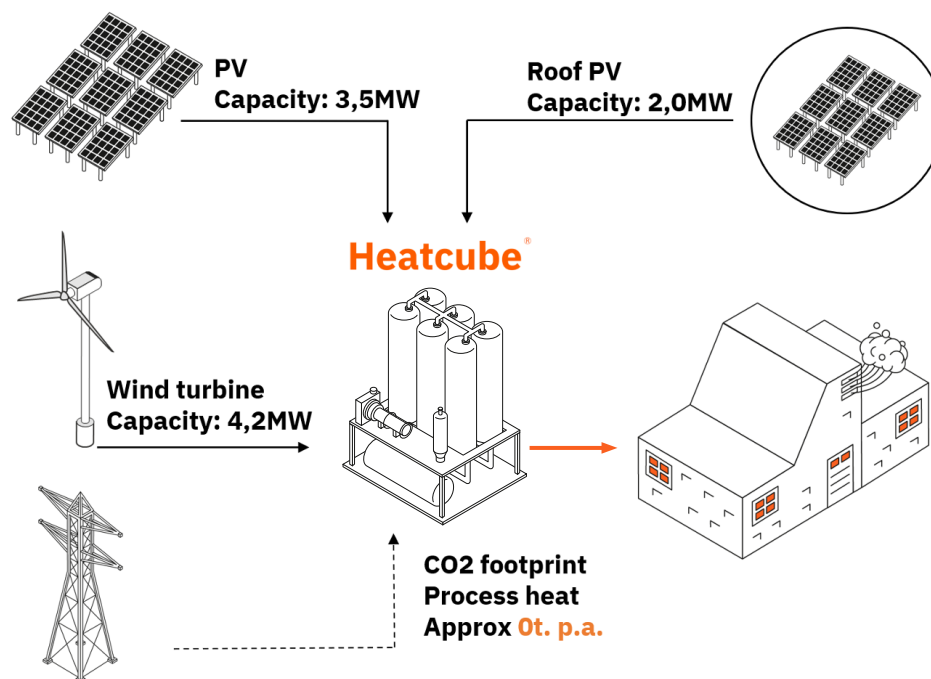
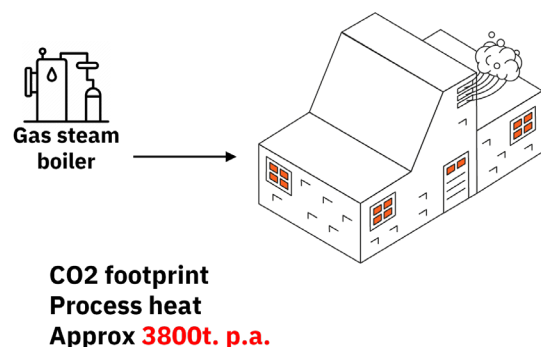


«El uso más eficiente de la energía al producir calor de proceso consiste en almacenarla como calor. Y eso es justo lo que hacemos con Heatcube»

Calentando el papel en el que se transporta el mundo.

El 75 % del total de mercancías transportadas se embala en cartón corrugado. El sector del cartón corrugado utiliza vapor alimentado con combustibles fósiles para el precalentamiento, el acanalado, el encolado, el calentamiento y el secado en la producción de cajas.

Fig. 2: Transición desde la producción de cajas con combustibles fósiles al uso de la energía renovable disponible gracias al almacenamiento térmico.



La huella acumulada en la industria fue de 11,5 millones de t de CO₂eq en el año 2020. Si no se toma ninguna medida, la huella acumulada se incrementará a 17,6 millones de t de CO₂eq en el año 2050. Sin embargo, los informes muestran que las inversiones relacionadas con la energía se multiplicarán por 4 de aquí al año 2030 y por más de 10 en las próximas décadas. Además, se calcula que los productores de cajas en general pueden producir

hasta el 40 % de las necesidades con energías renovables fuera de la red (datos de la Hoja de Ruta de la Neutralidad Climática de la FEFCO).

En un esfuerzo por cumplir su ambición de reducir las emisiones en un 55 % para el año 2030, un productor alemán de cajas está invirtiendo actualmente en expandir la energía fotovoltaica y eólica hasta alcanzar una capacidad total de aproximadamente

10 MW. La huella actual de CO₂ para producir cartón es de 3800 t al año solo en una sede. La introducción de renovables exige el almacenamiento de la energía intermitente, y el Heatcube de Kyoto sirve para crear vapor de proceso sin combustibles fósiles.

¡Hay que darse prisa!

Para cumplir los objetivos del Acuerdo de París, la transición mundial hacia una energía limpia debe ser de cuatro a seis veces más rápida que en la actualidad, según indican la Agencia Internacional de la Energía (AIE) y la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA).

El calor representa la mayor demanda energética mundial y en la actualidad se produce casi en su totalidad con combustibles fósiles (89 %). Se dedican grandes esfuerzos a proporcionar a la industria alternativas libres de fósiles, incluido el hidrógeno. Es probable que el hidrógeno forme parte de la solución a largo plazo, pero conlleva problemas económicos, técnicos y de infraestructura, especialmente por las temperaturas y los volúmenes en la mayoría de los procesos industriales.

Para estar a la altura de las ambiciones de la industria... ¡hay que actuar! Ya hay disponibles tecnologías para electrificar una parte significativa de esa demanda y producir calor industrial a partir de energía renovable barata. La electrificación del calor de proceso está al alcance de la mano, puesto que en la actualidad ya existen soluciones disponibles y escalables.



Fig. 3: El Heatcube de Norbis Park ha sustituido al carbón para la calefacción urbana en Aalborg (Dinamarca). Está cargado con 5 MW y presenta una capacidad de almacenamiento de 18 MWh. Este Heatcube reduce las emisiones en hasta 2000 toneladas de CO₂ al año.

La electrificación, demostrada

También cabe recordar que a partir del inicio de 2024 ya solo quedarán 72 meses para el año 2030.

La primera instalación en la Nordjylland Power Station de Aalborg (Dinamarca) constituye la primera tecnología de sal fundida del mundo para el almacenamiento y la producción de calor en conexión con la red de calefacción urbana.

Este Heatcube sustituye la calefacción urbana generada con carbón por calor producido a partir de electricidad renovable o electricidad procedente de la red, con lo que se reducen las emisiones de CO₂.

El Heatcube también le permitirá a Aalborg Forsyning utilizarlo como activo de compensación en la red dentro del mercado flexible.

Heatcube®

de Norbis Park: desglose técnico.

02
Transformador

03
Generador
de vapor

04
Calentador

01
Tanques de
almacenamiento

05
Bomba

06
Compresor

07
Conexión a la
calefacción
urbana

08
Sistema de
gestión de la
batería

¿Por qué el almacenamiento térmico descentralizado es clave para la descarbonización?

La congestión de las redes en Europa se ha convertido en un problema acuciante debido al rápido crecimiento de las fuentes de energía renovables. La naturaleza intermitente de las renovables, unida a la infraestructura de red inadecuada, provoca congestiones.

Esto dificulta la transmisión eficaz de la energía, lo que a su vez provoca atascos, un mayor recorte de las energías renovables y dificultades para equilibrar la oferta y la demanda en todo el continente.

El almacenamiento térmico local, como es el caso del Heatcube de Kyoto, contribuye al equilibrio de la red almacenando el exceso de energía renovable durante los períodos de alta generación. Cuando se producen picos de demanda o la producción renovable es baja, se libera la energía térmica almacenada, que constituye una fuente de energía flexible y fiable. Esto contribuye a estabilizar la red, mitiga los desequilibrios y mejora la resistencia en general.

Alcance 1 y 2 y Alcance 3

Los esfuerzos de descarbonización de Alcance 1 y 2 son vitales para reducir las emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero. El Alcance 1 aborda las emisiones directas de fuentes propias o controladas y les exige a las empresas minimizar el consumo de combustibles fósiles. El Alcance 2 se

refiere a las emisiones indirectas procedentes de la energía adquirida, para lo que hace hincapié en la transición hacia fuentes renovables y la eficiencia energética para lograr la descarbonización global. La mayoría de las empresas se han fijado objetivos de reducción de emisiones del 50-60 % para el año 2030 y de cero emisiones netas para 2050. El Alcance 3 abarca las emisiones indirectas de la cadena de creación de valor de una empresa, incluidos los proveedores, los clientes y los ciclos de vida de los productos.

Abordar las emisiones de Alcance 3 se está convirtiendo en un aspecto esencial para las estrategias de descarbonización de las grandes corporaciones. Amazon es un ejemplo que pone sobre aviso a toda su cadena de suministro: a partir de 2024, Amazon actualizará las normas de su cadena de suministro «para exigir la presentación periódica de informes y el establecimiento de objetivos de emisiones». Amazon espera aprovechar su gran tamaño para «beneficiar a las empresas comprometidas con la descarbonización» y

proporcionar «productos y herramientas tanto para hacer un seguimiento de las emisiones como para ayudar a reducirlas». Según la propia Amazon, «ayudará a proveedores selectos» en la transición al uso de electricidad libre de carbono. Esta práctica también ha sido adoptada por empresas como Walmart y Apple.

El Alcance 3 va a jugar un papel cada vez más importante, puesto que refleja las emisiones indirectas de una empresa y, por tanto, afecta a su atractivo ante los inversores. Los inversores valoran cada vez más a las empresas con estrategias integrales de reducción de emisiones que enfatizan la sostenibilidad y la responsabilidad medioambiental a largo plazo.

El almacenamiento térmico como activo de compensación

Las baterías térmicas descentralizadas pueden participar en los mercados de respuesta de frecuencia proporcionando servicios a la red y obteniendo ingresos para sus operadores. Esto

puede crear nuevas oportunidades para sistemas de almacenamiento de energía descentralizados para contribuir a la fiabilidad de la red y recibir compensación por sus servicios.

El Heatcube ofrece ventajas como tiempos de respuesta rápidos, mejora de la estabilidad de la red, flexibilidad y capacidad de integración con la generación local de energía renovable, por lo que se trata de un activo muy valioso en los mercados AFRR y MFRR. Al responder rápidamente a las fluctuaciones de frecuencia, el Heatcube contribuye a la estabilidad de la red y ayuda a evitar desequilibrios en la misma.

Energinet, la empresa pública independiente bajo el paraguas del Ministerio danés de Clima, Energía y Servicios Públicos, responsable de la propiedad, la explotación y el desarrollo del sistema de transmisión de electricidad en Dinamarca, ha aprobado al Heatcube como proveedor de servicios de flexibilidad para la zona de la red DK1.

La prueba del mercado eléctrico confirmó el rendimiento operativo del Heatcube, que logró un aumento suave y fiable del calentador de 0 MW a 5 MW en 90 segundos, dentro de los requisitos para la participación en el mercado de compensación en cuestión.

La gráfica es una representación visual de los resultados de la prueba, donde se registra una

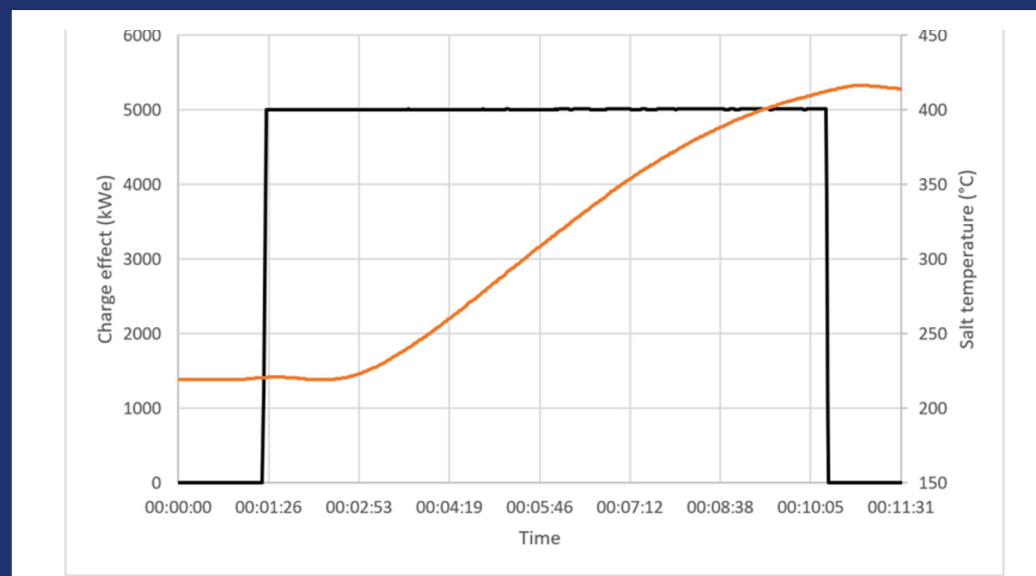


Fig. 4: Representación gráfica de los resultados de las pruebas en el mercado de la energía.

subida, un mantenimiento y una bajada de 5000 kWe (5 MW) durante aproximadamente 10 minutos durante la prueba de 15 minutos. La línea negra muestra el efecto de carga proporcionado por el calentador en función del tiempo, mientras que la línea naranja refleja la temperatura de salida de la sal fundida del calentador eléctrico en función del tiempo.

Los sistemas de negociación asistidos por IA, con plataformas como por ejemplo Enspired, contribuyen a optimizar las baterías de almacenamiento térmico, lo que se traduce en una reducción de los precios de la energía para las empresas industriales. Estos sistemas aprovechan el poder de la inteligencia

artificial para analizar diversos conjuntos de datos, como las tendencias del mercado, las previsiones meteorológicas y los patrones de demanda de energía. Al predecir con precisión los picos de demanda y las fluctuaciones del mercado, los algoritmos basados en la IA permiten la optimización precisa de las baterías de almacenamiento térmico.

La principal ventaja reside en cargar estratégicamente las baterías durante las horas valle, es decir, cuando los precios de la energía son más bajos y la demanda es mínima. Durante los periodos de alta demanda, la energía almacenada se libera de forma eficiente, con lo que se mitiga la necesidad de recurrir a fuentes de energía caras.

La digitalización con la plataforma DataOps de Kyoto.

La digitalización del almacenamiento térmico ofrece una ventaja decisiva al introducir en la gestión energética la monitorización y el control en tiempo real.

Las tecnologías inteligentes permiten una optimización precisa del almacenamiento de calor con una respuesta en función de la demanda y la integración con diversas fuentes renovables. Los análisis predictivos mejoran la eficiencia y la fiabilidad del sistema y reducen al mínimo el tiempo de inactividad mediante un mantenimiento preventivo. Esta integración digital fomenta una infraestructura energética más resistente y receptiva, lo que reduce los costes operativos y el impacto medioambiental. Además, la perfecta interacción con las redes inteligentes fomenta la estabilidad de la red y facilita la transición hacia un panorama energético sostenible y descentralizado, es decir, un paso crucial hacia un futuro más eficiente y con bajas emisiones de carbono.

Basada en Cognite Data Fusion®, la plataforma DataOps de Kyoto permite mejorar el rendimiento operativo y reducir los gastos generales, a la vez que

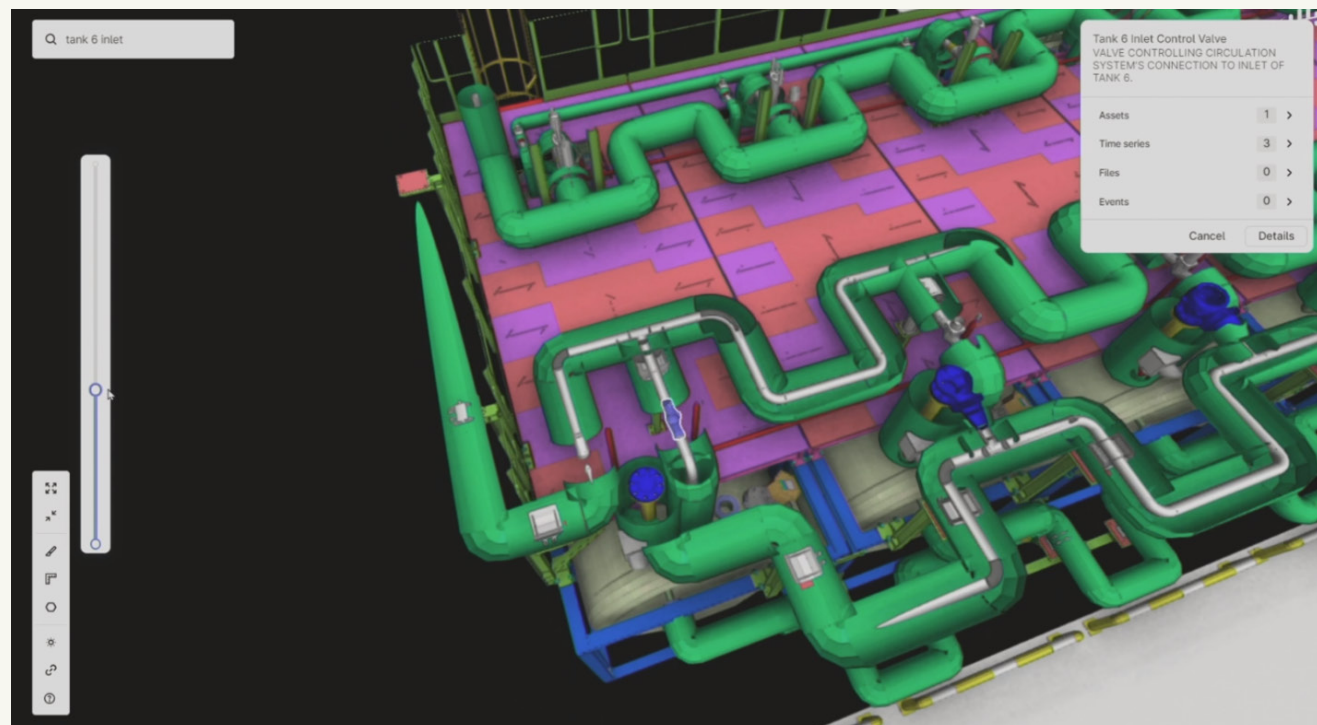


Fig. 5: Heatcube Digital Twin en Norbis Park (Aalborg, Dinamarca).

ofrece un mantenimiento preventivo y predictivo vanguardista. Le permite a Kyoto estar a la vanguardia en un mercado tan cambiante como el de la energía.

Cognite resuelve el problema de los datos industriales y la IA integrando a la perfección la IA generativa en su plataforma central industrial de DataOps, Cognite Data Fusion®, con lo que se garantiza un acceso directo a datos industriales complejos con toda una serie de capacidades de la IA.

Gracias a la perfecta integración de Cognite Data

Fusion® en la plataforma DataOps, Kyoto amplía las capacidades digitales de los Heatcubes actuales y futuros en beneficio del cliente. Esto le otorga a Heatcube la capacidad de integrarse fácilmente con los actores emergentes del mercado energético ofreciendo flexibilidad y potencialmente nuevas fuentes de ingresos para los propietarios de plantas industriales. Además, la integración les permitirá a los clientes de Kyoto agilizar la gestión de datos y optimizar los costes de las operaciones al basarse en el mejor mantenimiento preventivo y predictivo del mercado.

Conclusión

El Heatcube de Kyoto constituye una solución viable para la electrificación del calor de proceso industrial. Su capacidad acreditada para sustituir con eficacia los combustibles fósiles utilizando fuentes de energía renovables le ofrece a la industria una solución concreta para cumplir los objetivos de emisiones para el año 2030 y más adelante.

Su modularidad, escalabilidad y diseño Plug & Play específico para la industria se ajustan a las diversas necesidades de proceso de la mayoría de las empresas industriales que necesitan calor de proceso. La tecnología acreditada de la sal fundida ofrece además una gran flexibilidad tanto al explotar la energía renovable cuando esté disponible —y producir calor simultáneamente— como a la hora de asignar el almacenamiento térmico como un activo en el mercado de compensación.

Referencias:

<https://sustainability.aboutamazon.com/carbon-methodology.pdf>

<https://sustainability.aboutamazon.com/2022-sustainability-report.pdf>

<https://www.greenbiz.com/article/get-ready-amazon-will-ask-supply-chain-report-emissions-starting-2024>

[FEFCO Climate Neutrality Roadmap.pdf](#)



Síguenos:



YouTube



LinkedIn

Contacto

Kyoto Group AS

www.kyotogroup.es

Pedro Montoro Sánchez,

Commercial Director Iberia

pedro.montoro@kyotogroup.es



¿Merece la pena hacer la transición al calor renovable?



Descubra cuánto puede ahorrar con Kyoto. Visite nuestra página comercial.