

Mô hình nhà máy số cho ngành công nghiệp xi măng

Giới Thiệu

Là một trong những doanh nghiệp hàng đầu trong ngành công nghiệp xi măng tại Ấn Độ và là một phần của tập đoàn đa quốc gia với hoạt động mở rộng trong các lĩnh vực như thép, năng lượng, sơn và xi măng, công ty đã xây dựng được năng lực sản xuất vững mạnh. Đồng thời, công ty cũng đi đầu trong đổi mới bền vững khi hiện đang phát triển loại xi măng không clinker – một sản phẩm mang tính cách mạng, loại bỏ nhu cầu khai thác đá vôi bằng cách sử dụng tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn, kết hợp với một chất phụ gia hóa học để sản xuất bê tông.

Nghiên cứu này trình bày việc triển khai các sáng kiến số hóa nhằm xây dựng một trạm nhà máy số mẫu tại một trong các nhà máy tích hợp của công ty do Faclon Labs thực hiện. Mô hình này sẽ được nhân rộng tại tất cả các địa điểm khác của công ty.

Bối cảnh

Sáng kiến nhà máy số mẫu nhằm giải quyết các thách thức về sự phân mảnh dữ liệu và các quy trình thủ công kém hiệu quả trong sản xuất xi măng. Bằng cách tích hợp các hệ thống từ nhiều nhà cung cấp vào một hệ thống lưu trữ dữ liệu tập trung (historian), dự án hướng đến việc xây dựng một nền tảng dữ liệu thống nhất – một nguồn dữ liệu duy nhất và đáng tin cậy. Nền tảng này cho phép giám sát theo thời gian thực không chỉ theo từng bộ phận mà còn theo từng khu vực trong toàn bộ dây chuyền sản xuất tích hợp, từ đó hỗ trợ ra quyết định chủ động và số hóa các sổ ghi chép thủ công. Dự án cũng bổ sung một lớp trí tuệ nhân tạo (AI) để tối ưu hóa vận hành, thúc đẩy các nỗ lực phát triển bền vững và nâng cao hiệu suất tổng thể. Các giải pháp số có tính linh hoạt và khả năng mở rộng này đảm bảo nhà máy có thể thích ứng với những tiến bộ công nghệ trong tương lai.



\$700 Triệu

Doanh thu

17+ MTPA

Công suất nghiền

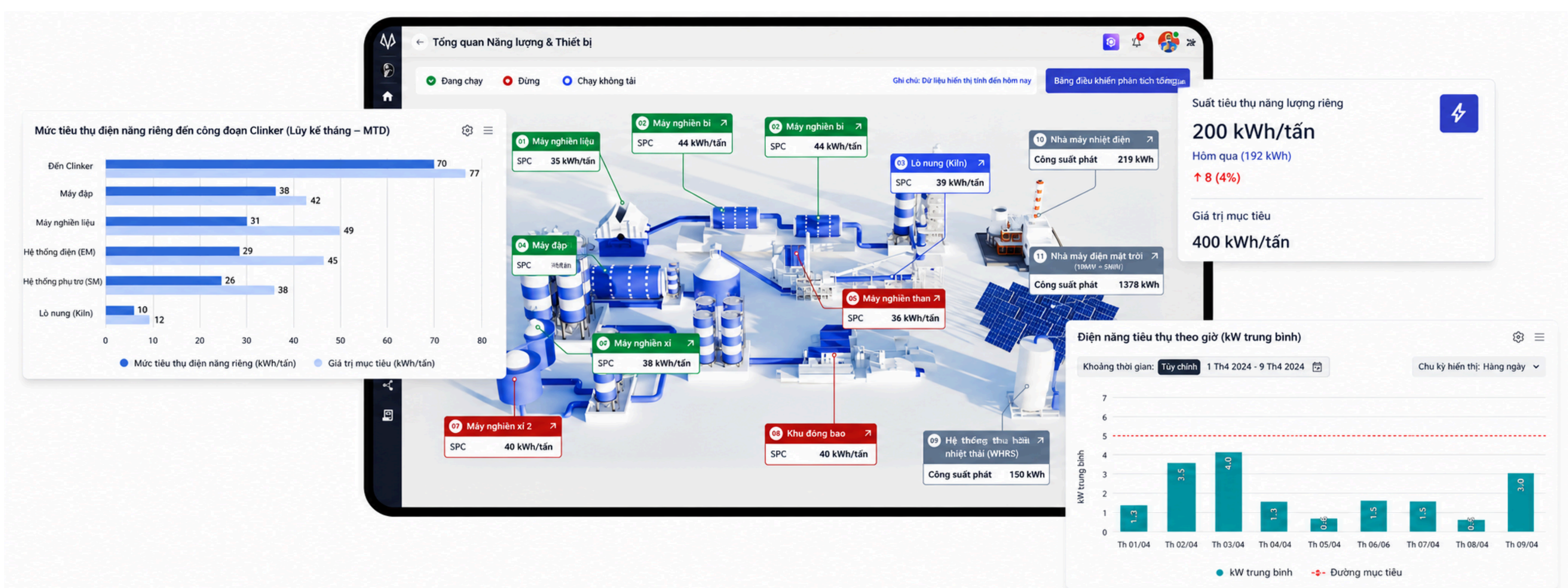
13,128 Nhân sự

Nó vận hành một đơn vị tích hợp, hai đơn vị nung clinker và sáu đơn vị nghiền.



Tầm quan trọng của mô hình nhà máy số

- 1. Tích hợp dữ liệu thống nhất:** Hệ thống Historian đóng vai trò là một nguồn dữ liệu duy nhất và đáng tin cậy, giúp kết nối rời rạc mà các hệ thống từng bị phân mảnh, tạo nên một nền tảng dữ liệu toàn diện cho toàn bộ nhà máy.
- 2. Theo dõi chỉ số KPI theo thời gian thực cho từng bộ phận và khu vực:** Cung cấp cái nhìn tức thời về toàn bộ hoạt động sản xuất, giúp rút ngắn thời gian phản hồi và đưa ra quyết định chính xác hơn. Các chỉ số KPI bao gồm: TPH, SEC, SHC, MTBF, MTTR, Thời gian nhàn rỗi (Idle Hours), Clinker C3S, TSR, Giá trị nhiệt của nhiên liệu thay thế (AFR CV), Tỷ lệ sàng còn lại 90 μ %, Hàm lượng SiO₂, LSF, Mức chứa trong các silo của tất cả sản phẩm, Sản lượng từ hệ thống thu hồi nhiệt (WHRS) và Hiệu suất tua-bin.
- 3. Tối ưu hóa dựa trên AI:** Các mô hình AI dự đoán theo thời gian thực các chỉ số chất lượng quan trọng, đề xuất các thông số vận hành tối ưu ("Golden Process Parameters") cho quá trình vận hành lò nung, đồng thời cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng điện, nhiệt và năng lượng mặt trời.
- 4. Tăng cường tính bền vững:** Hỗ trợ các sáng kiến phát triển bền vững của công ty, bao gồm tối ưu hóa năng lượng và đạt được các mục tiêu giảm phát thải.



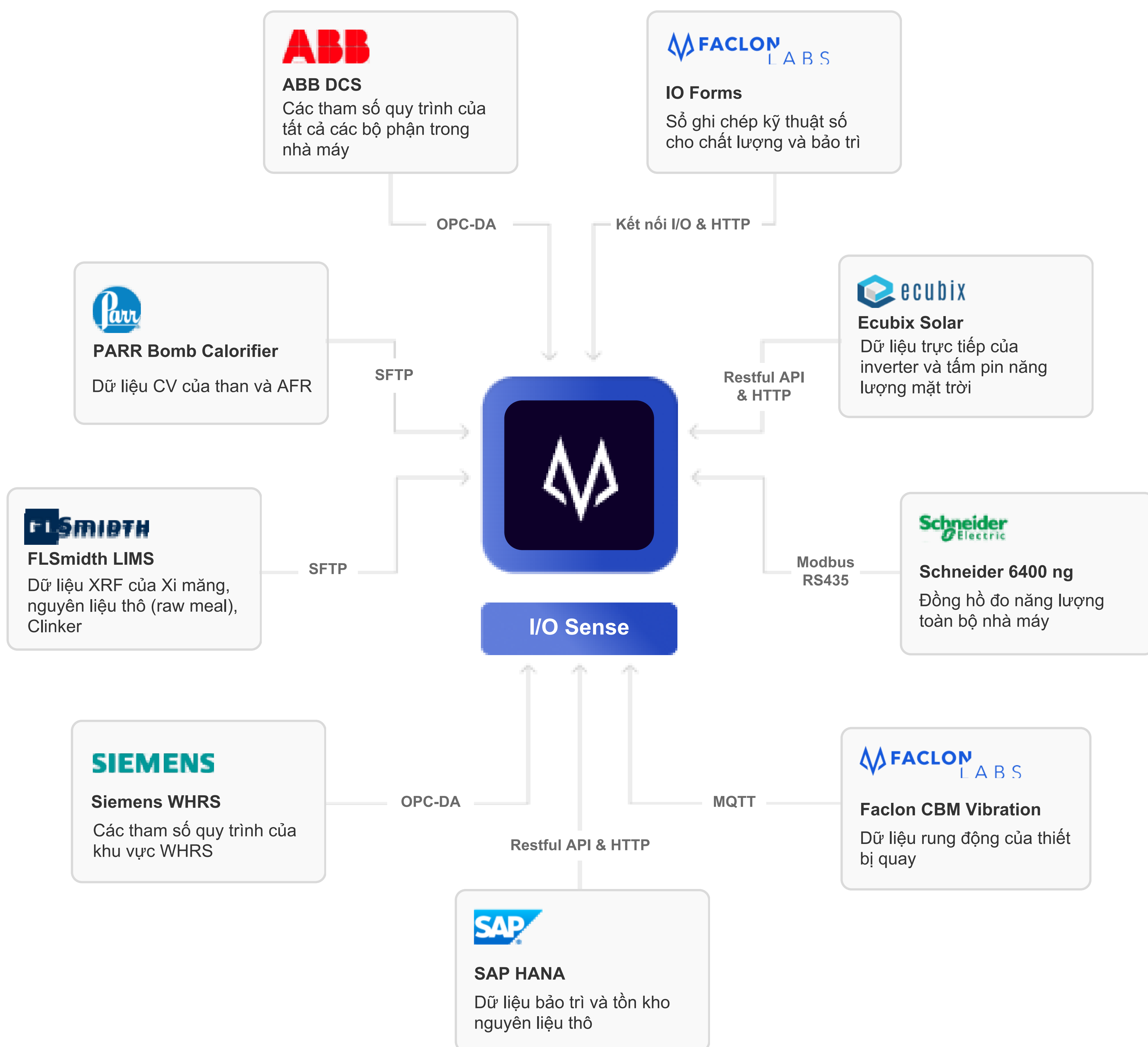
Thách Thức

- 1. Phân mảnh dữ liệu (Data Silos):** Công ty gặp khó khăn với tình trạng dữ liệu bị phân mảnh giữa các nhà máy, khi các thông tin quan trọng bị cô lập trong các hệ thống từ những nhà cung cấp khác nhau, gây cản trở cho việc phân tích tổng thể và hợp tác giữa các bộ phận.
- 2. Quy trình thủ công:** Nhiều quy trình vận hành vẫn dựa vào việc nhập liệu thủ công và ghi chép trên sổ tay giấy, dẫn đến kém hiệu quả, dễ xảy ra sai sót và chậm trễ trong việc truy xuất dữ liệu.
- 3. Thiếu thông tin theo thời gian thực:** Do thiếu hệ thống tích hợp, công ty không thể nắm bắt kịp thời các thông số vận hành quan trọng, làm giảm khả năng ra quyết định nhanh chóng và chính xác.
- 4. Tối ưu hóa năng lượng:** Công ty gặp thách thức trong việc tối ưu hóa mức tiêu thụ năng lượng trong toàn bộ hoạt động, đặc biệt tại các khu vực như lò nung và máy nghiền, nơi cần giảm mức tiêu thụ năng lượng riêng (SEC).
- 5. Thiếu đổi mới:** Việc thiếu thông tin thời gian thực, thiếu đo lường KPI và phân tích dữ liệu đã khiến đội ngũ không thể khai thác hết tiềm năng sản xuất cũng như xác định các cơ hội tối ưu hóa hiệu quả vận hành.

Giải pháp: Triển khai nhà máy số

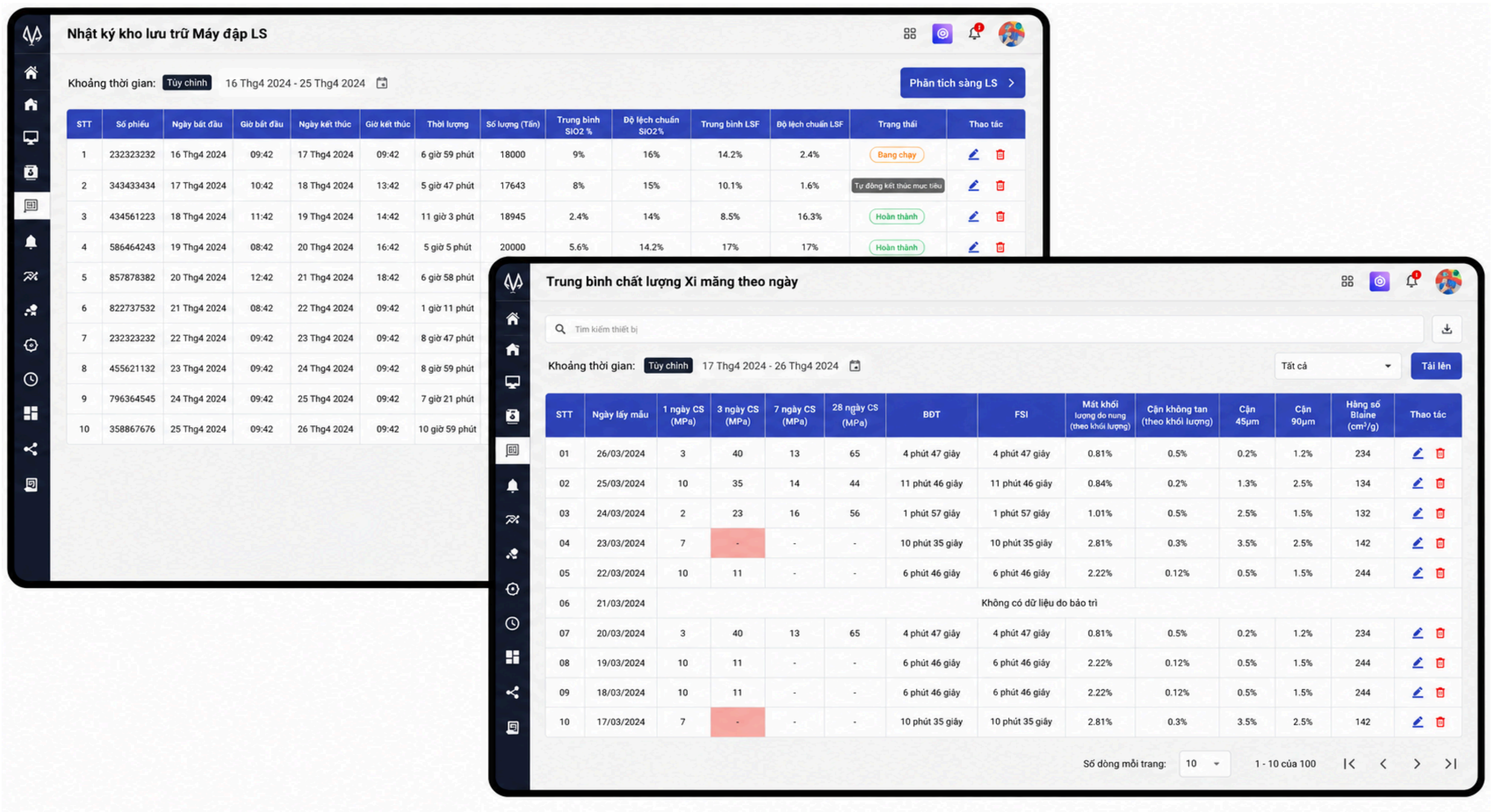
1. Tích hợp IT-OT

- **Tạo historian thống nhất:** Tích hợp nhiều nguồn dữ liệu từ các nhà cung cấp khác nhau vào một hệ thống historian duy nhất, giúp tổng hợp dữ liệu mượt mà và phân tích liên chức năng.
- **Tương thích giao thức:** Sử dụng nền tảng Kết nối I/O của Faclon để kết nối các cơ sở dữ liệu và cảm biến đa dạng thông qua các giao thức như RESTful APIs, Modbus, TCP/IP và Ethernet IP.
- **Quản lý giấy phép:** Vượt qua thách thức trong việc mua sắm và quản lý giấy phép từ nhiều nhà cung cấp để đảm bảo quá trình tích hợp diễn ra suôn sẻ.



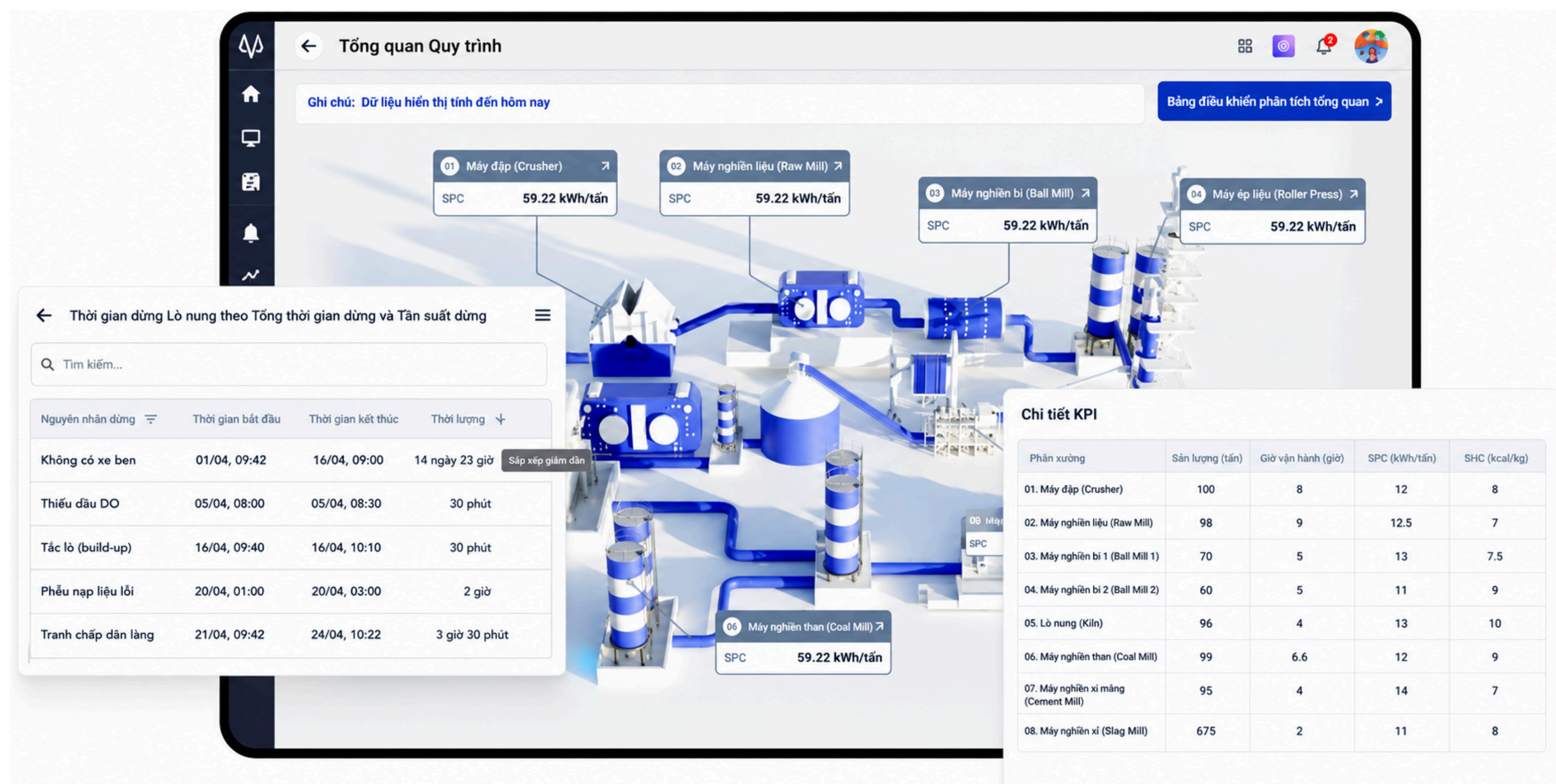
2. Sổ ghi chép kỹ thuật số

- **Chuyển đổi từ thủ công sang kỹ thuật số:** Thay thế sổ ghi chép giấy bút bằng sổ ghi chép kỹ thuật số, tập trung hóa tất cả dữ liệu thủ công vào nền tảng kỹ thuật số.
- **Tích hợp dữ liệu mượt mà:** Đảm bảo rằng thời gian ngừng máy bảo trì, dữ liệu chất lượng và các dữ liệu thủ công khác được tích hợp vào hệ thống historian cùng với dữ liệu tự động.



3. Giám sát thời gian thực và bảng điều khiển

- **Bảng điều khiển theo bộ phận:** Phát triển các bảng điều khiển tùy chỉnh cho từng bộ phận (E&I, Bảo trì, Chất lượng, Quy trình), cung cấp giám sát thời gian thực về các chỉ số KPI liên quan đến từng lĩnh vực.
- **Bảng điều khiển tổng hợp của đơn vị:** Tạo ra một bảng điều khiển tổng hợp cho trường đơn vị, kết hợp các chỉ số KPI từ tất cả các bộ phận để có cái nhìn toàn diện về hiệu suất của nhà máy.



Tối ưu hóa dựa trên AI

Dự báo độ bền: Dự đoán độ bền Clinker C3S và xi măng dựa trên AI

Triển khai các mô hình AI để dự đoán chính xác độ bền của Clinker C3S và xi măng ở các giai đoạn khác nhau (1 ngày, 3 ngày, 7 ngày, 28 ngày) nhằm đảm bảo chất lượng sản phẩm ổn định và tối ưu hóa quy trình sản xuất.

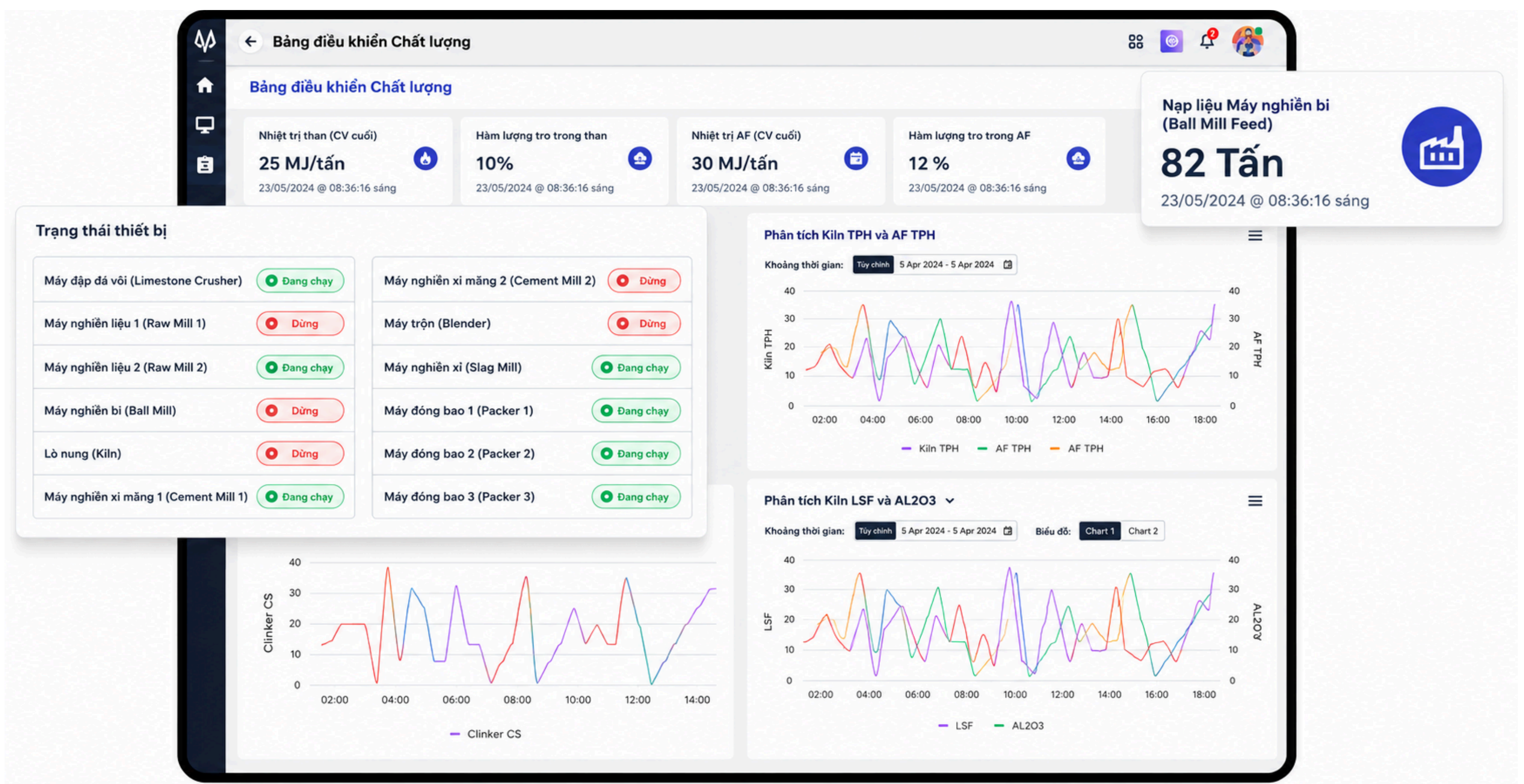
1/Các yếu tố đầu vào chính cho dự đoán Clinker C3S

Thành phần hóa học của nguyên liệu thô:

- Al_2O_3 (Oxit nhôm)
- Fe_2O_3 (Oxit sắt)
- TSR (Tỷ lệ thay thế nhiệt) của nhiên liệu thay thế
- CV (Giá trị nhiệt năng) của nhiên liệu thay thế
- Ash Content in Coal: Hàm lượng tro trong than

Các tham số vận hành:

- **Kiln RPM:** Tốc độ quay của lò nung ảnh hưởng đến việc trộn nguyên liệu và phân phối nhiệt.
- **Kiểm soát nhiệt độ:** Nhiệt độ quan trọng trong lò nung và hệ thống làm mát ảnh hưởng đến quá trình hình thành C3S và chất lượng clinker tổng thể.



2/(1D/3D/7D/28D) Những yếu tố đầu vào quan trọng để dự đoán độ bền của xi măng (1 ngày, 3 ngày, 7 ngày, 28 ngày):

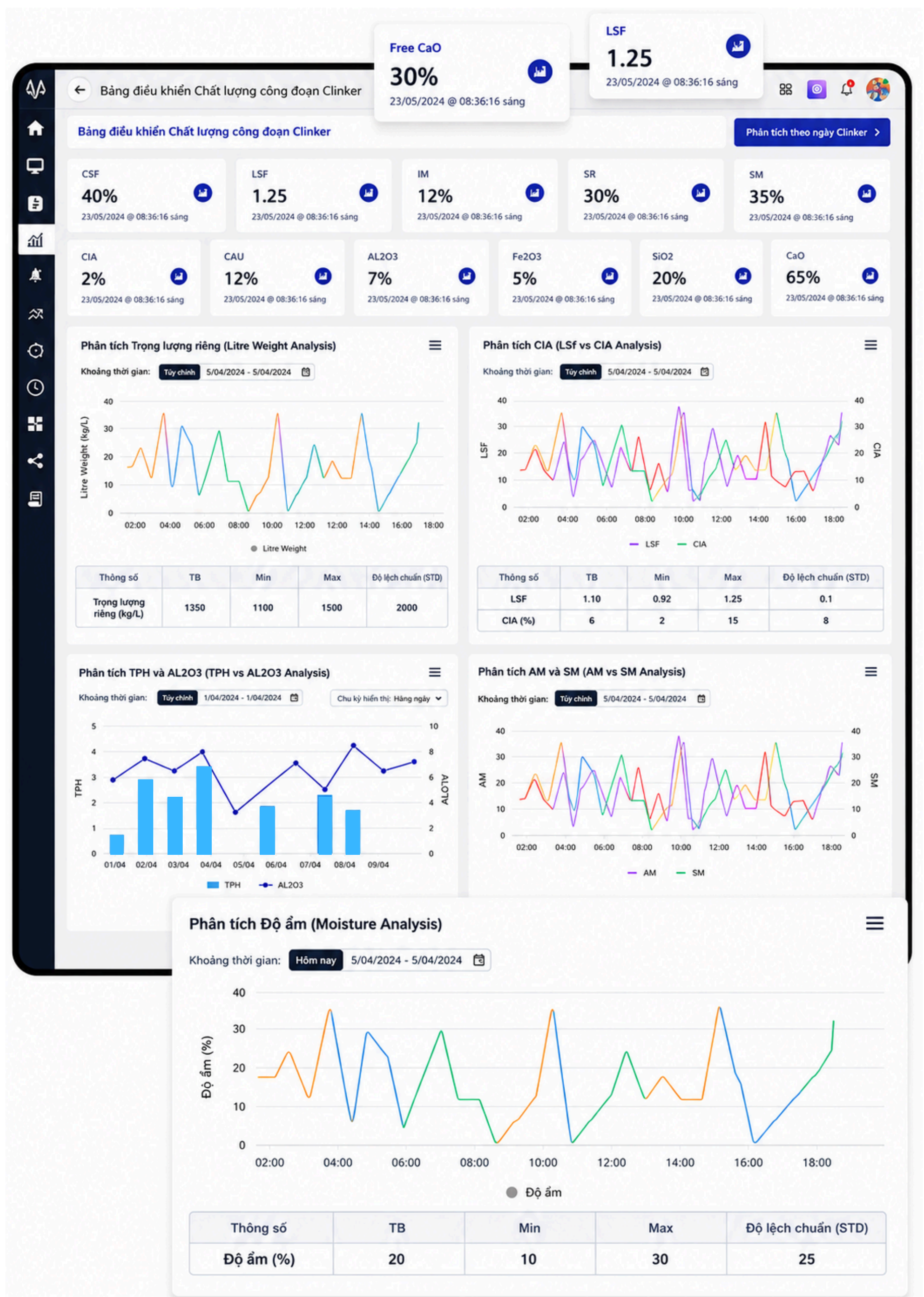
1. Thành phần hóa học của xi măng nghiên:

- Thạch cao
- Đá vôi
- Silicat 3 canxi ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$)
- Silicat 2 canxi ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$)
- Aluminat 3 canxi ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$)
- Ferrit aluminat 4 canxi ($4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$)

2. Tính chất vật lý:

- **Phân tích sàng lọc:** Phân bố kích thước hạt trong xi măng nghiên.
- **Phân tích Blaine:** Diện tích bề mặt trên mỗi đơn vị khối lượng của xi măng, chỉ ra độ mịn.

3. Thông số quá trình trong quá trình nghiên: Bao gồm các điều kiện vận hành của các máy nghiên ảnh hưởng đến tính chất cuối cùng của xi măng.



Tác động của mô hình AI

Thông tin chất lượng theo thời gian thực

Các mô hình AI đã giảm đáng kể thời gian mà các nhân viên vận hành cần để nhận dữ liệu chất lượng. Truyền thống, quá trình này bao gồm việc thu thập mẫu thủ công, thử nghiệm vật lý và truyền đạt kết quả qua điện thoại.

Ra quyết định chủ động

Với các giá trị dự đoán theo thời gian thực, các nhân viên vận hành có thể nhanh chóng nhận diện sự sai lệch trong chất lượng sản phẩm và thực hiện các hành động điều chỉnh ngay lập tức, mà không cần phải chờ kết quả từ phòng thí nghiệm.

Cải thiện hiệu quả quá trình

Khả năng hành động dựa trên các dự đoán trong thời gian thực đã giảm thiểu thời gian ngừng máy và ngăn chặn việc sản xuất xi măng kém chất lượng, từ đó nâng cao hiệu quả tổng thể của quá trình và chất lượng sản phẩm.

Tối ưu hóa các thông số vận hành

Phát triển các mô hình AI để đề xuất các thông số vận hành lò tối ưu nhằm giảm thiểu tiêu thụ năng lượng đặc trưng (SEC), từ đó cải thiện hiệu quả năng lượng trong phần nhiệt luyện.

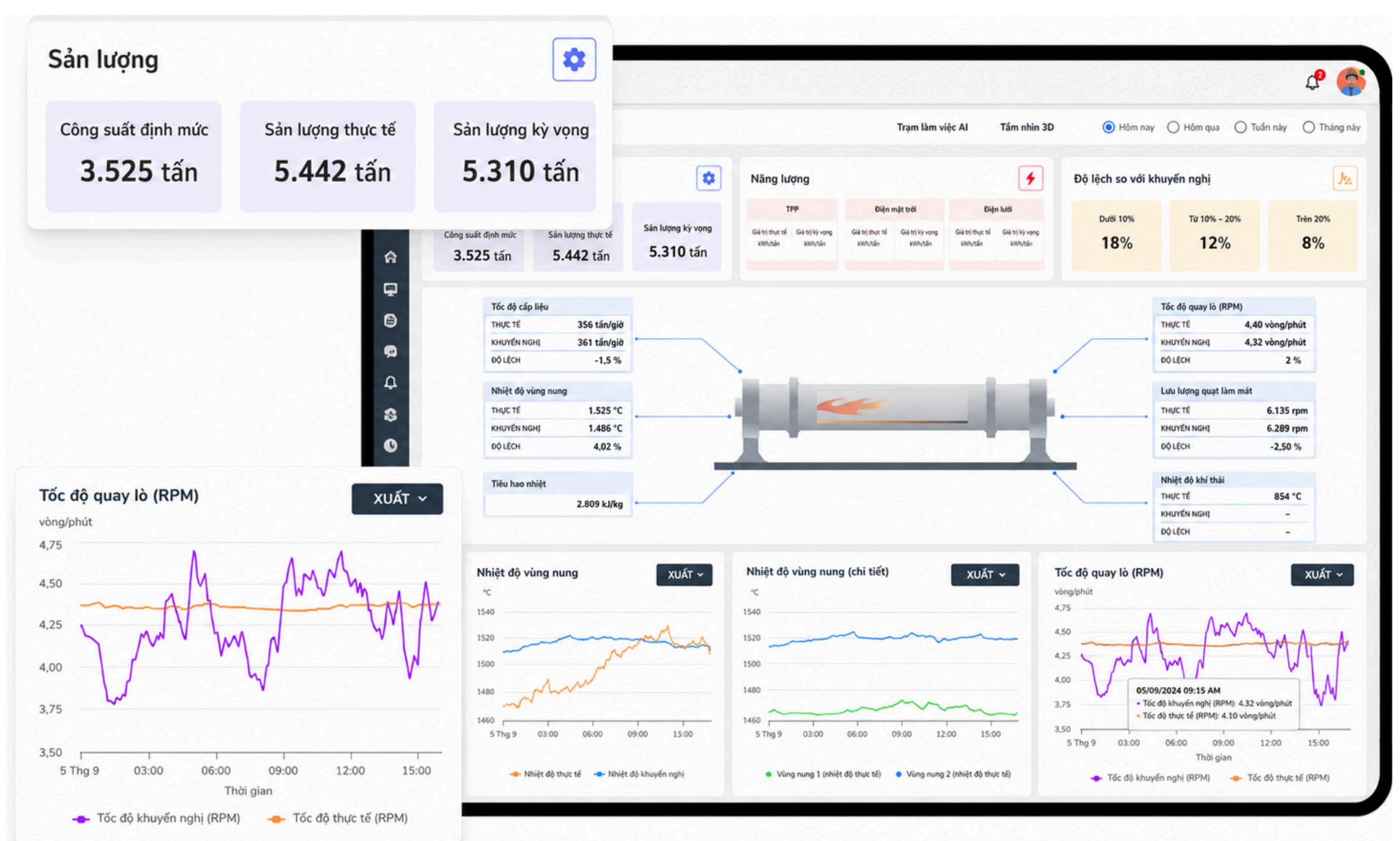
1. Quá trình tối ưu hóa

Thuật toán quy trình tiên hóa: Các mô hình sử dụng thuật toán tiên hóa phân tích dữ liệu lịch sử để xác định các điều kiện vận hành tối ưu. Thuật toán tập trung vào các khoảng thời gian khi sản lượng Tấn mỗi ngày (TPD) trong phạm vi tương tự và tiêu thụ năng lượng đặc trưng (SEC) ở mức thấp nhất.

- **Xác định dải tối ưu:** Các thuật toán đã lướt qua dữ liệu lịch sử, tách biệt các ngày có hiệu suất tối ưu. Những khoảng thời gian này cung cấp cơ sở để xác định dải thông số quá trình có thể điều khiển lý tưởng.
- **Tối ưu hóa các hoạt động hiện tại:** Các dải tối ưu sau đó được đề xuất cho các hoạt động hiện tại để tái tạo các điều kiện đã dẫn đến SEC thấp nhất trong lịch sử.

2. Dải vàng được đề xuất cho các thông số trên tốc độ cấp nguyên liệu hiện tại:

- AFR TSR
- Tổng tiêu thụ than
- Lưu lượng khí
- Nhiệt độ cài đặt
- Lưu lượng khí trong thiết bị làm mát



Tác động của mô hình AI

Hiệu quả năng lượng

Các đề xuất có thể giúp giảm tới 2% tiêu thụ năng lượng đặc trưng (SEC), dẫn đến giảm chi phí năng lượng và cải thiện hiệu suất môi trường.

Độ ổn định của quy trình

Bằng cách tuân thủ các dải tối ưu được đề xuất, các nhân viên vận hành có thể đạt được hoạt động lò ổn định và đồng nhất hơn, với sự giảm tới 40% biến động trong các thông số quá trình.

Quyết định dựa trên dữ liệu

Các nhân viên vận hành đã hưởng lợi từ những thông tin có thể hành động được rút ra từ dữ liệu lịch sử, giúp họ thực hiện các điều chỉnh quá trình chính xác và hiệu quả hơn.

Quản lý năng lượng và dự báo

Dự báo năng xuất năng lượng mặt trời

Dữ liệu thời tiết và bức xạ tích hợp từ các API thời tiết bên thứ ba, bao gồm các thông số như giờ ánh sáng mặt trời, nhiệt độ, độ che phủ mây và độ ẩm, để dự báo sản xuất năng lượng mặt trời trước 10 ngày, hỗ trợ trong việc lập kế hoạch năng lượng và phân tích chi phí.

Tác động của mô hình AI

Quản lý năng lượng chủ động

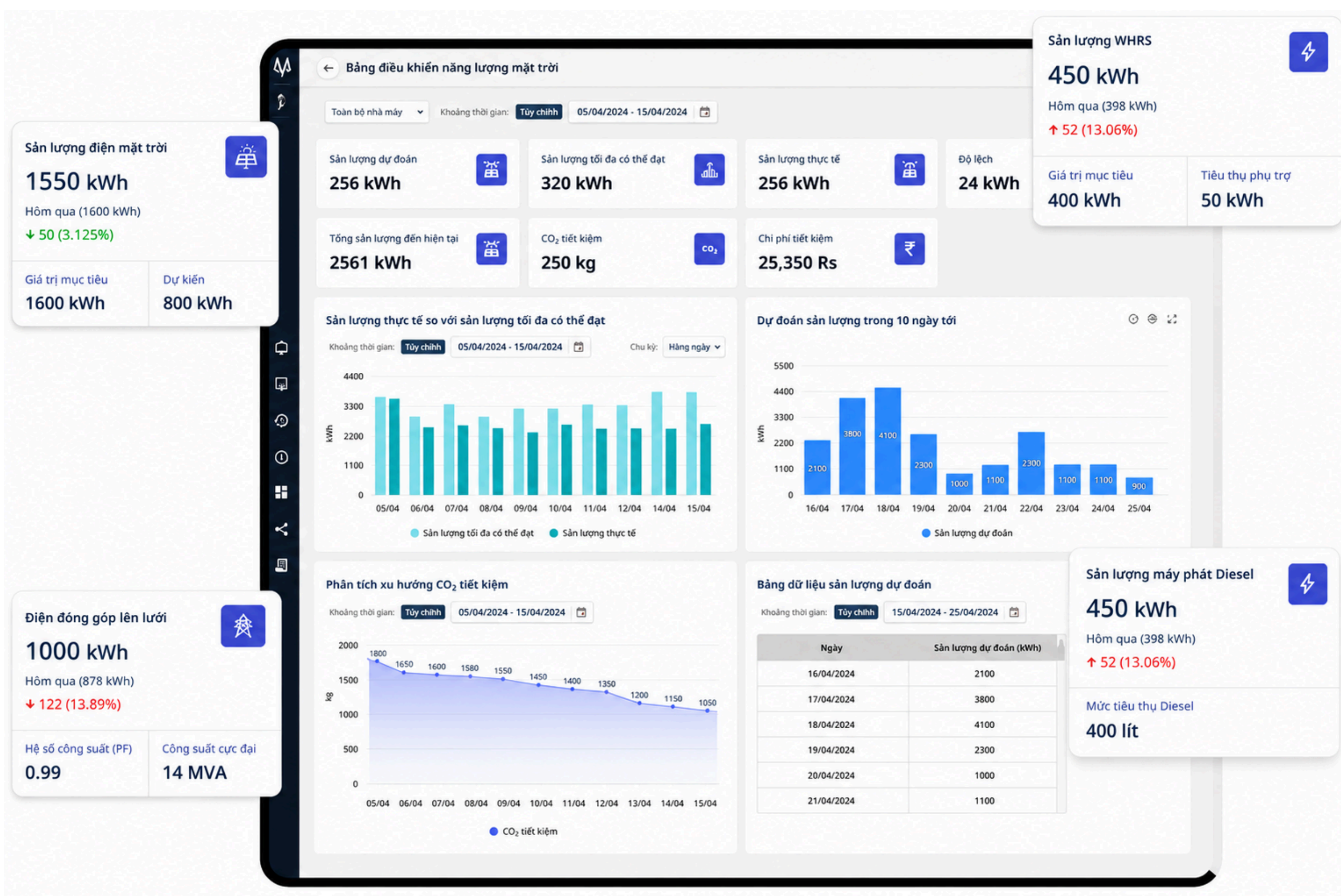
Dự báo chính xác trong 10 ngày giúp đội ngũ quản lý năng lượng lập kế hoạch và phân bổ tài nguyên hiệu quả, cân bằng sản xuất và tiêu thụ năng lượng trong toàn nhà máy.

Tối ưu hóa chi phí

Bằng cách dự đoán các khoảng thời gian sản xuất năng lượng mặt trời thấp, công ty có thể đưa ra quyết định sáng suốt về việc mua năng lượng hoặc sử dụng năng lượng thay thế, tối ưu hóa chi phí năng lượng tổng thể.

Mục tiêu bền vững

Khả năng dự báo sản xuất năng lượng mặt trời hỗ trợ các sáng kiến bền vững của công ty bằng cách tối đa hóa việc sử dụng năng lượng tái tạo thay thế trước khi có dự báo thấp và giảm sự phụ thuộc vào lưới điện.



Tối ưu hóa năng lượng WHRS

Tối ưu hóa hệ thống thu hồi nhiệt thải (WHRs) bằng cách phân tích và đề xuất các điều kiện vận hành lý tưởng dựa trên các thông số quá trình hiện tại trong lò và thiết bị làm mát.

1. Tích hợp dữ liệu thời gian thực: Mô hình AI liên tục giám sát các thông số quá trình chính từ lò và thiết bị làm mát, như tốc độ cấp liệu lò, nhiệt độ clinker, lưu lượng khí làm mát, và chênh lệch áp suất.

2. Dự báo sản xuất năng lượng lý tưởng: Dựa trên các điều kiện vận hành hiện tại, mô hình AI dự báo năng lượng tối đa có thể được tạo ra bởi hệ thống thu hồi nhiệt thải (WHRs), cung cấp cho các nhân viên vận hành những thông tin có thể hành động để điều chỉnh các thông số trong thời gian thực.

Tác động của mô hình AI

Tối ưu hóa Quy trình Theo Thời gian Thực

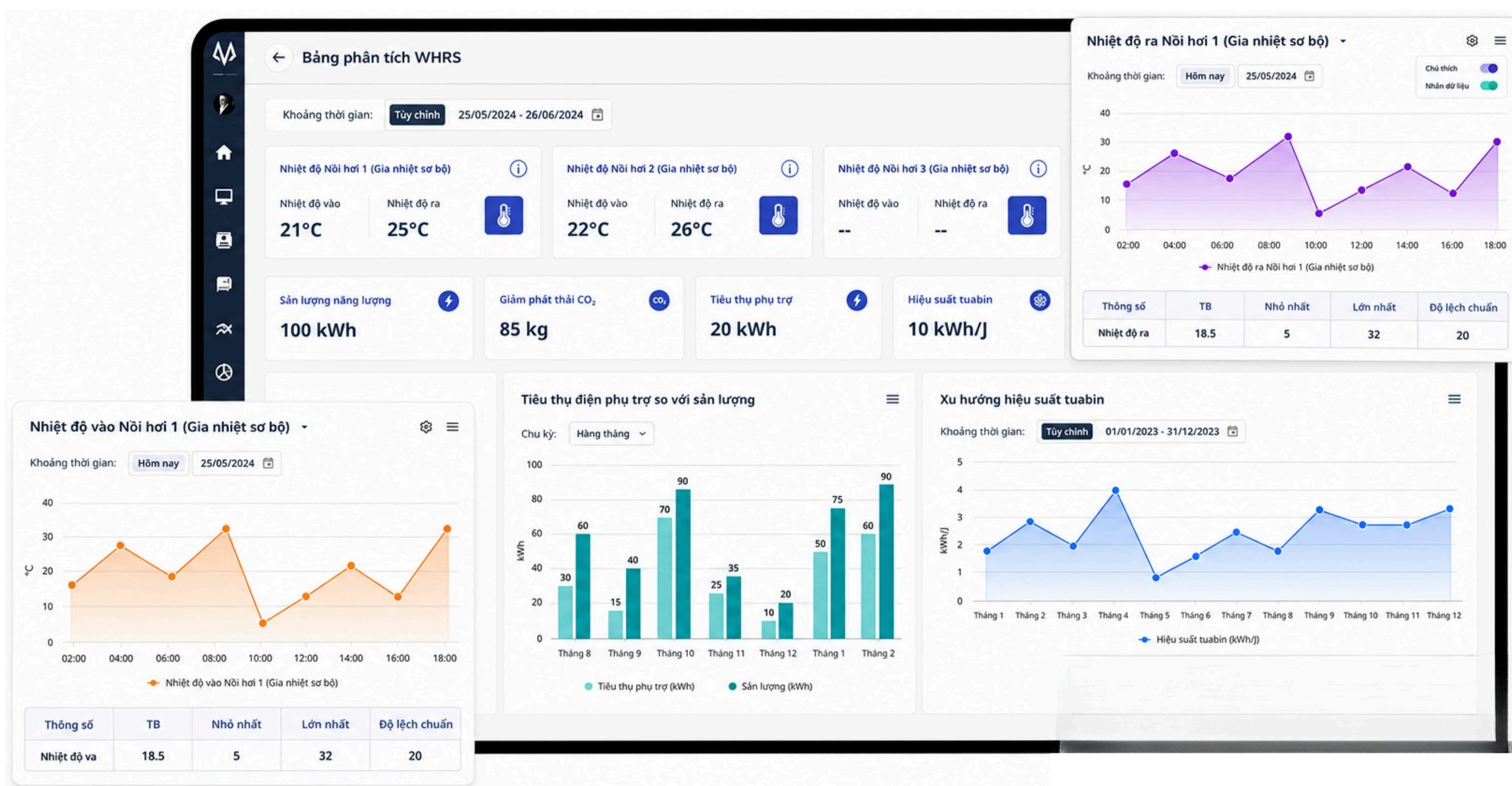
Các nhân viên vận hành nhận được hướng dẫn theo thời gian thực về việc điều chỉnh các thông số của lò và thiết bị làm mát để tối ưu hóa hiệu suất WHRS, đảm bảo rằng việc sản xuất năng lượng luôn phù hợp với các điều kiện vận hành tốt nhất có thể.

Giảm chi phí

Bằng cách tối đa hóa năng lượng tạo ra từ nhiệt thải, nhà máy có thể giảm sự phụ thuộc vào các nguồn năng lượng bên ngoài, dẫn đến tiết kiệm chi phí đáng kể.

Tăng cường tính bền vững

Việc sử dụng tối ưu nhiệt thải đóng góp vào nỗ lực bền vững của nhà máy bằng cách giảm tổng mức tiêu thụ năng lượng và giảm lượng khí nhà kính phát thải.



Thông tin có thể thực hiện và Phân tích

Phân tích nguyên nhân gốc rễ dựa trên tình trạng (RCA)

Công cụ RCA dựa trên AI liên tục giám sát các thông số quá trình và mức tiêu thụ năng lượng trên các tài sản quan trọng, bao gồm máy nghiền, máy nghiền nguyên liệu, lò nung, máy nghiền than, máy nghiền xi măng và các đơn vị đóng gói.

- **Kích hoạt dựa trên tình trạng:** Khi Tiêu thụ năng lượng đặc trưng (SEC) lệch khỏi phạm vi dự kiến, hệ thống sẽ kích hoạt phân tích nguyên nhân gốc chi tiết, tập trung vào các khu vực bị ảnh hưởng.
- **Thông tin phân tích:** Công cụ này liên kết các sai lệch với dữ liệu vận hành, xác định các yếu tố cơ bản như hiệu suất thiết bị kém, thông số quá trình không tối ưu hoặc tác động từ bên ngoài dẫn đến gia tăng mức tiêu thụ năng lượng.

Nhà máy xi măng OPC

Lỗi	Trạng thái	Thời gian
Phát hiện lỗi Máy nghiền xi măng OPC chạy không tải ở mức cao Phát hiện lưu lượng cấp liệu đầu vào = 0 TPH Mức độ nghiêm trọng: Trung bình Không phát hiện cấp liệu trong 1.8 giờ, trong khi băng tải và các thông số điện & công nghệ khác vẫn cho thấy hệ thống đang hoạt động	Mức độ trung bình	02/05/2024 04:00 am
Quạt RPM quá cao so với TT PH	Mức độ trung bình	01/05/2024 04:00 am
Phát hiện lỗi RPM truyền động chính quá cao Phát hiện: Tốc độ quá cao Mức độ nghiêm trọng: Trung bình RPM vận hành thực tế vượt cao hơn tốc độ trung bình dự kiến cho TT PH	Mức độ trung bình	01/05/2024 04:00 am
Số lần dừng máy cao bất thường	Mức độ trung bình	31/05/2024 04:00 am
Phát hiện lỗi Số lần khởi động và dừng máy cao Phát hiện: 6 lần dừng trong 24 giờ	Mức độ trung bình	31/05/2024 04:00 am

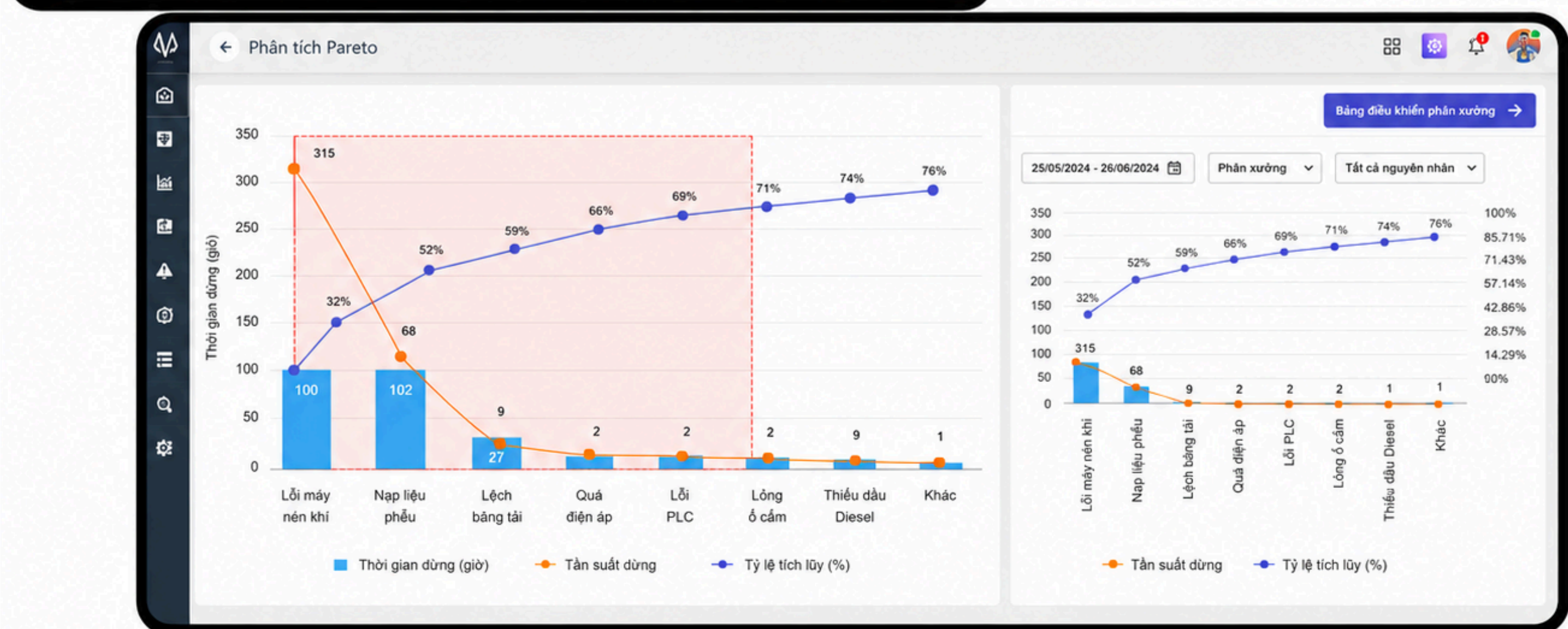
Phát hiện lỗi
Máy nghiền xi măng OPC chạy không tải ở mức cao
Phát hiện lưu lượng cấp liệu đầu vào = 0 TPH
Mức độ nghiêm trọng: Trung bình
Không phát hiện cấp liệu trong 1.8 giờ, trong khi băng tải và các thông số điện & công nghệ khác vẫn cho thấy hệ thống đang hoạt động

Giải pháp khuyến nghị
Yêu cầu vận hành kiểm tra nguyên nhân chạy không tải
Liên hệ vận hành và quản lý máy nghiền xi măng để làm rõ lý do không dừng máy và vẫn để chạy khi không có liệu cấp.

Giải pháp khuyến nghị
Yêu cầu vận hành kiểm tra nguyên nhân chạy không tải
Liên hệ vận hành và quản lý máy nghiền xi măng để làm rõ lý do không dừng máy và vẫn để chạy khi không có liệu cấp.

Giải pháp khuyến nghị
Vận hành viên kiểm tra tốc độ quạt cao
Liên hệ vận hành để làm rõ nguyên nhân tốc độ quạt cao và kiểm tra hệ thống.

Giải pháp khuyến nghị
Lập lịch bảo trì định kỳ cho các lần dừng máy bất thường
Lập kế hoạch bảo trì định kỳ để giảm thiểu các lần dừng máy không mong muốn.



I/O Matrix : Phân tích mất mát năng lượng hậu kiểm

- **So sánh với sử dụng năng lượng lý tưởng:** Công cụ phân tích mất mát so sánh mức tiêu thụ năng lượng thực tế với các chuẩn lý tưởng dự đoán trên toàn nhà máy, từ cấp độ khu vực đến cấp độ tài sản dựa trên TPH tại mỗi cấp độ.
- **Phân tích dữ liệu lịch sử:** Công cụ phân tích dữ liệu lịch sử để xác định các mẫu lặp lại hoặc bất thường đã dẫn đến tổn thất SEC, cung cấp cái nhìn tổng quan về sự không hiệu quả năng lượng theo thời gian.

Tác động của mô hình AI

Nâng cao độ tin cậy của quy trình

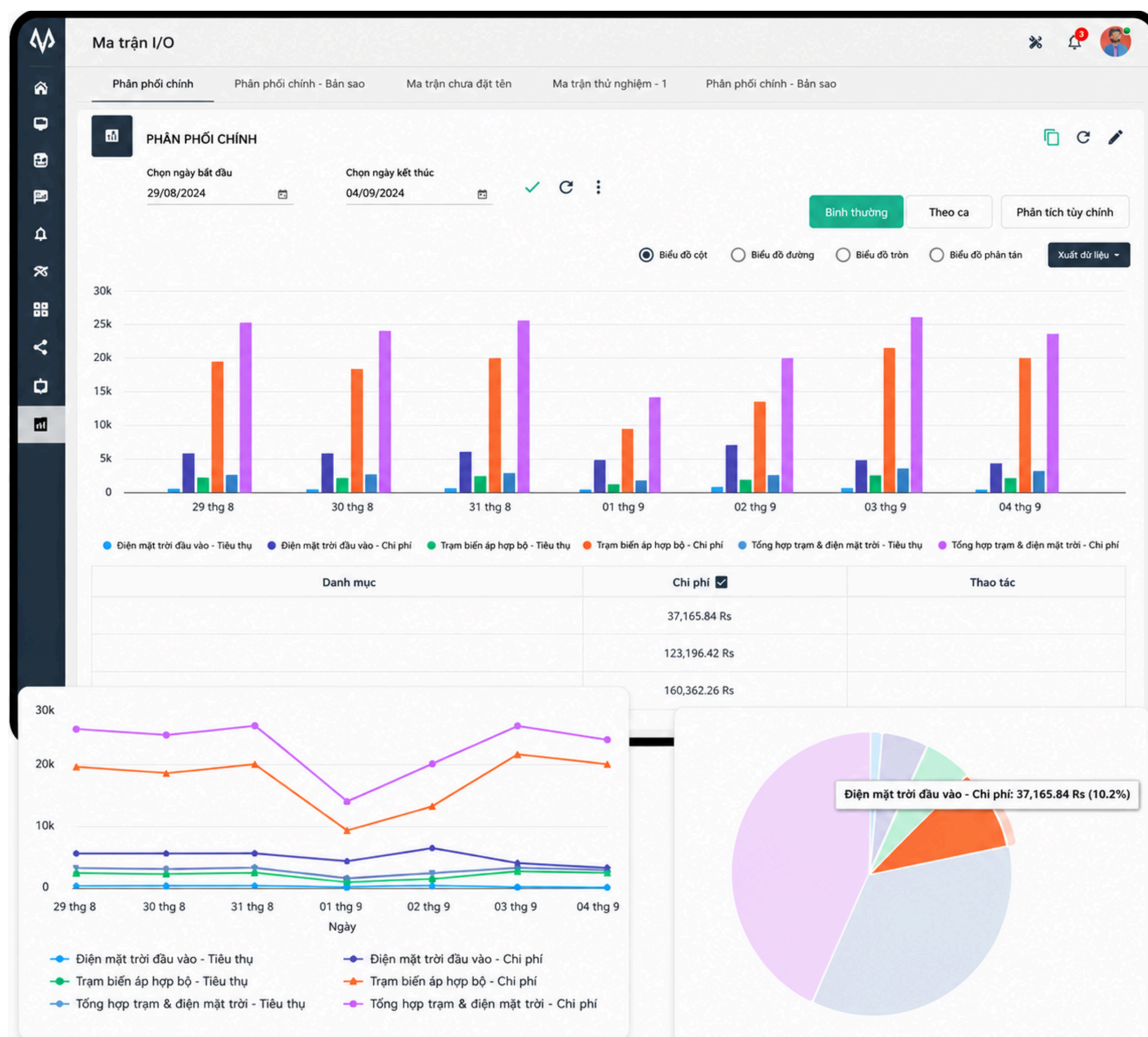
Khả năng thực hiện phân tích theo thời gian thực và sau sự kiện đảm bảo rằng các sự cố được phát hiện và xử lý kịp thời, giảm thiểu gián đoạn và duy trì sự ổn định của quy trình.

Giảm chi phí

Việc xác định chính xác các tổn thất năng lượng và triển khai các biện pháp khắc phục góp phần giảm chi phí đáng kể thông qua tối ưu hóa tiêu thụ năng lượng.

Bảo trì chủ động

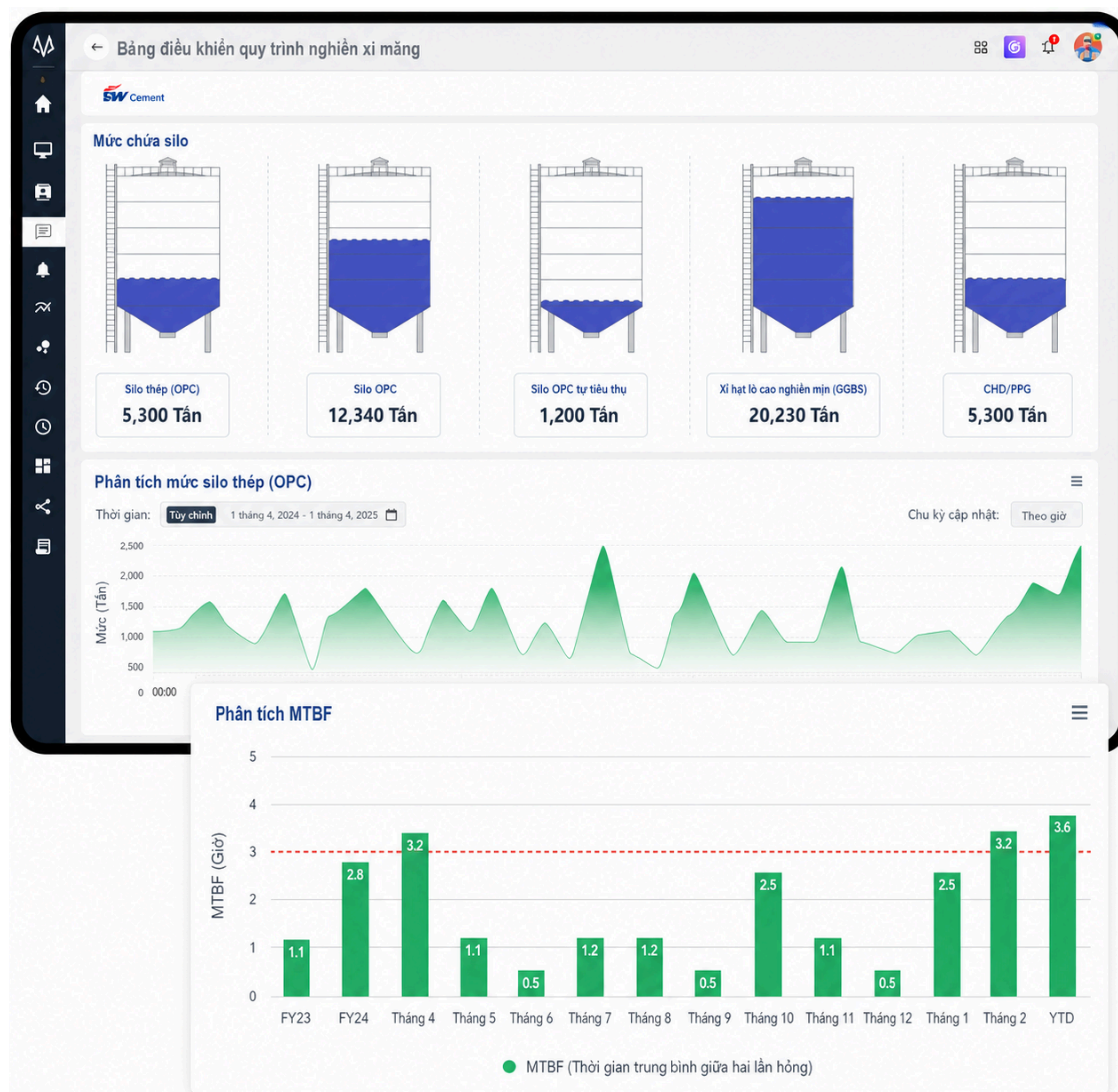
Các thông tin do những công cụ này cung cấp hỗ trợ công tác bảo trì dựa trên tình trạng, giúp giảm thời gian ngừng máy ngoài kế hoạch và kéo dài tuổi thọ của các tài sản quan trọng.



Kết quả và tác động của mô hình nhà máy số

Tích hợp dữ liệu toàn diện & giám sát thời gian thực

- **Lịch Sử Hợp Nhất:** Đã tích hợp thành công dữ liệu từ hơn 6 nguồn khác nhau, phá vỡ các rào cản giữa các nhà máy và tạo ra một nguồn thông tin duy nhất cho tất cả dữ liệu vận hành.
- **Bảng Điều Khiển Thời Gian Thực:** Triển khai hơn 14 bảng điều khiển tùy chỉnh cung cấp thông tin thời gian thực về sản xuất, tiêu thụ năng lượng và các chỉ số chất lượng, có thể truy cập cho hơn 7 trường phòng và nhân viên vận hành.
- **Tác Động:** Đạt được cải tiến gấp 5 lần trong tốc độ ra quyết định, giảm thời gian truy cập dữ liệu quan trọng từ hàng giờ xuống còn vài phút.



Tác động của mô hình AI

Sức mạnh của dự báo

Đã kích hoạt các điều chỉnh chủ động trong quy trình sản xuất xi măng và clinke, giảm sai lệch chất lượng xuống 8% và rút ngắn thời gian kiểm tra thủ công từ 2-3 giờ xuống còn thời gian thực.

Dự Báo Sản Xuất Năng Lượng Mặt Trời

Tối ưu hóa kế hoạch năng lượng mặt trời, giúp tiết kiệm 3% chi phí và đạt độ chính xác dự báo 95%.

Tối Ưu Hóa Tham Số Vận Hành

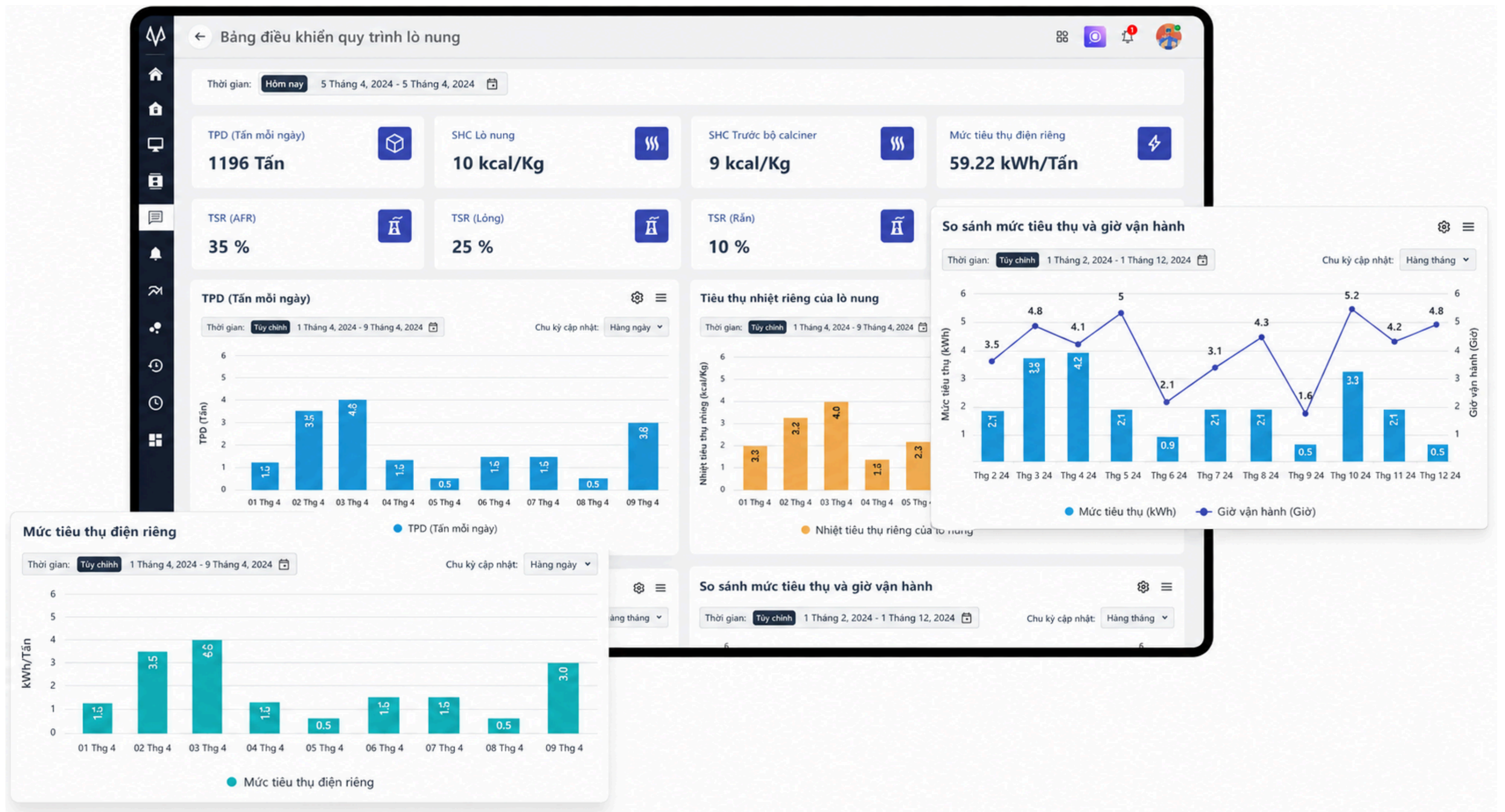
Việc xác định chính xác các tổn thất năng lượng và triển khai các biện pháp điều chỉnh góp phần giảm chi phí đáng kể thông qua tối ưu hóa việc tiêu thụ năng lượng.

Tối Ưu Hóa Năng Lượng WHRS

Tăng hiệu quả thu hồi nhiệt thải lên 12%, góp phần giảm 7% chi phí năng lượng tổng thể.

Phân tích nguyên nhân gốc rễ và tổn thất

- **Phân Tích Nguyên Nhân Gốc Rễ Dựa Trên Điều Kiện (RCA):** Xác định các điểm không hiệu quả chính trên các tài sản quan trọng, nâng cao hiệu quả năng lượng lên đến 15% và giảm thời gian ngừng hoạt động không dự đoán trước lên đến 25%.
- **Phân Tích Mát Mát Hậu Kiểm:** Tạo điều kiện cho việc xem xét kỹ lưỡng các tổn thất SEC, dẫn đến các hành động điều chỉnh giúp giảm lãng phí năng lượng lên đến 10% trên toàn nhà máy.



Tác động tổng thể

- **Tiết Kiệm Chi Phí:** Các sáng kiến kết hợp dự kiến sẽ giúp tiết kiệm chi phí lên đến ₹2,5 Cr nhờ cải thiện hiệu quả năng lượng và tối ưu hóa quy trình vận hành.
- **Bền Vững:** Dự án dự kiến sẽ giảm 10% lượng phát thải CO₂, hỗ trợ mục tiêu bền vững của công ty và nâng cao dấu ấn môi trường của công ty.
- **Xuất Sắc Vận Hành:** Chuyển đổi số đã cung cấp cho công ty những thông tin dựa trên dữ liệu, dẫn đến cải tiến liên tục và duy trì lợi thế cạnh tranh trong ngành.



Kết luận

Mô hình nhà máy số đã thúc đẩy hiệu quả, tiết kiệm chi phí và bền vững, khẳng định công ty là một nhà lãnh đạo số trong ngành xi măng.

1. Dữ Liệu Hợp Nhất

Tích hợp hơn 15 nguồn dữ liệu vào một hệ thống lịch sử duy nhất.

2. Tác Động Của AI

Dự kiến tăng cường hiệu quả năng lượng từ 10-15%, dẫn đến tiết kiệm lên đến ₹2,5 Cr.

3. Quyết Định Nhanh Hơn

Cải thiện tốc độ ra quyết định lên đến 20%.

4. Tính bền vững

Dự kiến giảm lượng phát thải CO2 lên đến 10%.





Liên hệ với chúng tôi!

www.faclon.com | (+91) 8850402266



Nếu bạn thấy Nghiên cứu Thực thi này hữu ích, hãy kết nối với chúng tôi để cùng khám phá thêm nhiều giải pháp khác. Chúng tôi luôn sẵn sàng đóng vai trò là xương sống kỹ thuật số, giúp bạn thúc đẩy hiệu quả vận hành và thông minh hóa quy trình ra quyết định