

Quan điểm quốc tế về tiết kiệm năng lượng trong các nhà máy điện

Tiết kiệm năng lượng trong nhà máy điện

Những giải pháp đang được triển khai hiện nay và
những công nghệ mới nhất là gì?

Các kinh nghiệm quốc tế phù hợp cho Việt Nam

Thứ 3, ngày 21 tháng 04 năm 2026



Những thách thức trong bối cảnh của Việt Nam

Ngành điện Việt Nam đang chịu áp lực đồng thời từ tăng trưởng nhu cầu điện nhanh chóng, các vấn đề về an ninh nhiên liệu, gia tăng phát thải và nhu cầu vận hành linh hoạt hệ thống khi năng lượng tái tạo ngày càng mở rộng.

Ngành điện đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy tăng trưởng công nghiệp, nhưng đồng thời cũng là nguồn phát thải lớn và phụ thuộc nhiều vào nhiên liệu.

Theo Ngân hàng Thế giới, nhu cầu điện tại Việt Nam dự kiến tiếp tục tăng trưởng khoảng 6–7% mỗi năm, và ngành điện chiếm khoảng 61% tổng phát thải của lĩnh vực năng lượng vào năm 2020.

Thông điệp chính:

Tại Việt Nam, tiết kiệm năng lượng trong ngành điện không còn chỉ dừng lại ở việc giảm tổn thất tại từng nhà máy riêng lẻ. Thay vào đó, trọng tâm đang chuyển sang cải thiện hiệu suất của toàn bộ hệ thống phát điện và phân phối, đồng thời chuẩn bị cho các tổ máy nhiệt điện đảm nhận vai trò hỗ trợ vận hành hệ thống điện linh hoạt hơn.

“Hiệu quả năng lượng” có ý nghĩa gì trong ngành điện?

Trong ngành điện, hiệu quả năng lượng có thể được chia thành bốn cấp độ:

- 1. Hiệu suất nhiệt ở cấp nhà máy:** Lượng điện năng được sản xuất từ mỗi đơn vị nhiên liệu.
- 2. Giảm tiêu thụ điện nội bộ (điện tự dùng):** Giảm điện năng sử dụng cho các hệ thống như bơm, quạt, làm mát, xử lý khí thải và vận chuyển nguyên vật liệu.
- 3. Thu hồi nhiệt thải và tích hợp năng lượng:** Tận dụng phần năng lượng vốn sẽ bị thất thoát trong khí thải, nước làm mát hoặc các dòng năng lượng của các quá trình.
- 4. Hiệu suất và tính linh hoạt ở cấp hệ thống:** Vận hành hệ thống phát điện, lưới điện và lưu trữ theo cách tối ưu nhằm giảm thiểu tiêu hao nhiên liệu và hạn chế cắt giảm công suất, đồng thời vẫn đảm bảo độ tin cậy.

Thông điệp chính:

Trên thế giới, trọng tâm đã chuyển từ việc nâng cấp từng thành phần riêng lẻ sang tối ưu hóa toàn bộ hệ thống.

Những tổn thất lớn nhất hiện nay ở khu vực nào?

Đối với các nhà máy nhiệt điện, các tổn thất chính vẫn tập trung tại:

- Tổn thất tại lò hơi và quá trình đốt
- Tổn thất nhiệt theo khí thải
- Tổn thất trong chu trình hơi
- Tổn thất trong hệ thống làm mát
- Tiêu thụ điện nội bộ (điện tự dùng)
- Vận hành ở tải thấp, đặc biệt khi nhà máy được huy động linh hoạt để cân bằng nguồn cung từ điện gió và điện mặt trời

Trong các nhà máy nhiệt điện than, tổn thất qua khí thải là một vấn đề lớn, khi khí thải mang theo phần đáng kể tổn thất của lò hơi. Việc thu hồi nhiệt thải có thể cải thiện đáng kể hiệu suất nhà máy và giảm phát thải CO₂ trên mỗi đơn vị điện năng.

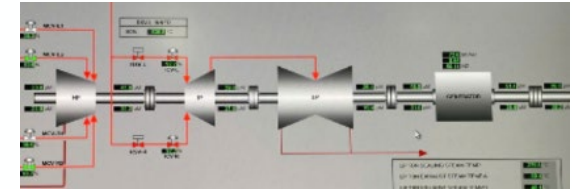
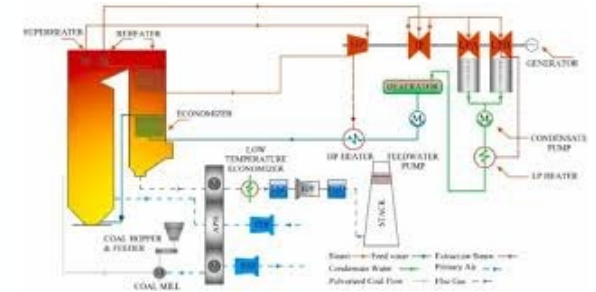
Thông điệp chính:

Trong các hệ thống nhiệt điện đã hoạt động ổn định, những cải tiến tiếp theo thường đến từ việc thu hồi nhiệt thải, hệ thống điều khiển và vận hành linh hoạt, chứ không phải từ việc chỉ thay thế một thiết bị lớn.

Hiện nay, thế giới đang triển khai những giải pháp gì?

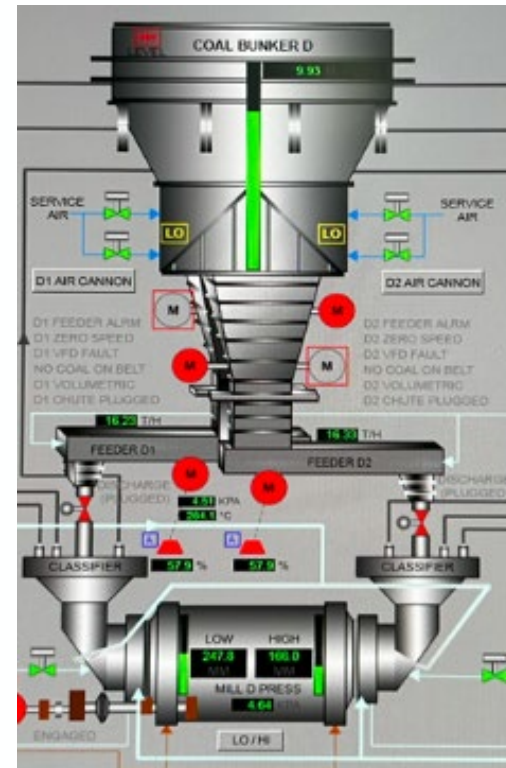
Tại châu Âu, Trung Quốc, Nhật Bản, Hàn Quốc và ngày càng nhiều ở Đông Nam Á, các hoạt động cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng trong ngành điện hiện nay tập trung vào 07 lĩnh vực thực tiễn:

- 1. Cải tạo tua-bin và lò hơi:** Nâng cấp cánh tua-bin, cải thiện hệ thống làm kín, tối ưu hóa đường hơi, tối ưu hóa đầu đốt và hệ thống thổi bụi.
- 2. Tối ưu hóa bằng kỹ thuật số và điều khiển nâng cao:** Giám sát theo thời gian thực, bản sao số (digital twin), lịch bảo trì theo dự đoán, điều khiển đốt bằng AI và tối ưu hóa suất hao nhiệt.
- 3. Thu hồi nhiệt thải:** Bộ tiết kiệm nhiệt nhiệt độ thấp, giải pháp chu trình Rankine hữu cơ (ORC), bơm nhiệt hấp thụ và cải thiện gia nhiệt nước cấp.



Hiện nay, thế giới đang triển khai những giải pháp gì?

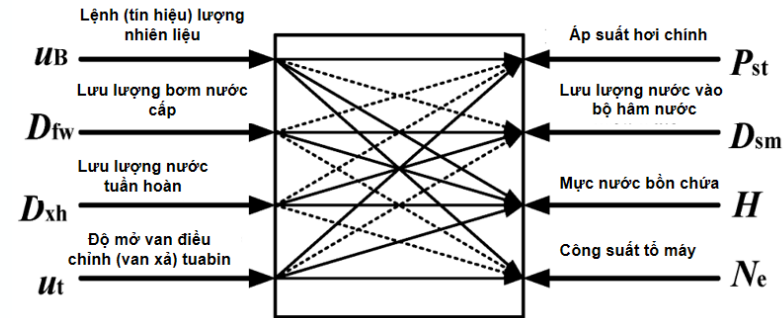
4. **Giảm tiêu thụ điện nội bộ (điện tự dùng):** Sử dụng động cơ hiệu suất cao, biến tần (VSD), cải tiến bơm và quạt, tối ưu hóa hệ thống làm mát.
5. **Giảm tổn thất lưới điện và tối ưu điều độ:** Điều độ tốt hơn giúp giảm vận hành không hiệu quả của nhà máy và giảm tổng tiêu thụ nhiên liệu của hệ thống.
6. **Chuyển đổi nhiên liệu và đồng đốt:** Thay thế các tổ máy nhiệt điện than cũ bằng các tổ máy nhiệt điện khí hiệu suất cao hơn, áp dụng đồng đốt sinh khối trong một số trường hợp và thí điểm pha trộn hydrogen.
7. **Cải thiện vận hành linh hoạt nhà máy nhiệt điện:** Giảm mức tải tối thiểu, tăng tốc độ tăng/giảm tải, giảm nhiên liệu cho quá trình khởi động và giảm tổn thất do vận hành theo chu kỳ, đặc biệt quan trọng trong hệ thống có tỷ trọng điện gió và điện mặt trời cao.



Các giải pháp ngắn hạn tốt nhất hiện nay về cải thiện hiệu quả sử dụng NL cho các nhà máy nhiệt điện

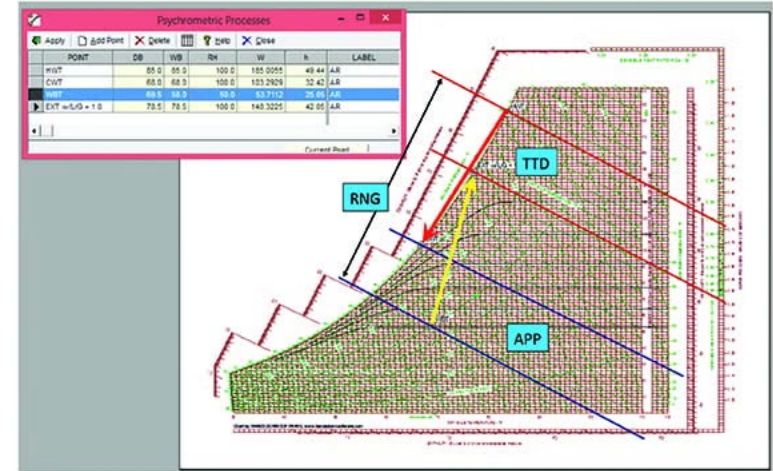
Đối với các nhà máy nhiệt điện than và khí hiện đang hoạt động, các biện pháp ưu tiên cao nhất trong ngắn hạn thường là:

- **Chương trình cải thiện hiệu suất nhiệt:** Kiểm tra hiệu suất định kỳ, giảm rò rỉ, vệ sinh bình ngưng, bảo dưỡng bể hơi và van, điều chỉnh quá trình đốt cháy.
- **Thu hồi nhiệt thải ở nhiệt độ thấp:** Thu hồi nhiệt từ khí thải để làm nóng nước cấp hoặc sử dụng cho các mục đích khác tại chỗ.
- **Kiểm soát quy trình tiên tiến:** Sử dụng hệ thống điều khiển dựa trên mô hình để tối ưu hóa quá trình đốt cháy, điều kiện hơi nước và các hệ thống phụ trợ.



Các giải pháp ngắn hạn tốt nhất hiện nay về cải thiện hiệu quả sử dụng NL cho các nhà máy nhiệt điện

- **Biến tần (VFD) và nâng cấp động cơ:** Đặc biệt áp dụng cho các hệ thống quạt, bơm và nước làm mát.
- **Cải thiện lập kế hoạch ngừng máy và bảo trì dự đoán:** Giảm bám bẩn, các sự cố ngừng máy ngoài kế hoạch và các suy giảm hiệu suất tiềm ẩn.
- **Nâng cấp vận hành linh hoạt:** Giảm tổn thất hiệu suất trong quá trình tăng/giảm tải và vận hành ở tải thấp.
- Một số giải pháp đã được áp dụng hoặc đề xuất cho nhà máy nhiệt điện than, bao gồm: bộ tiết kiệm nhiệt nhiệt độ thấp, bơm nhiệt hấp thụ, thu hồi theo chu trình Brayton và hệ thống chu trình Rankine hữu cơ (ORC).

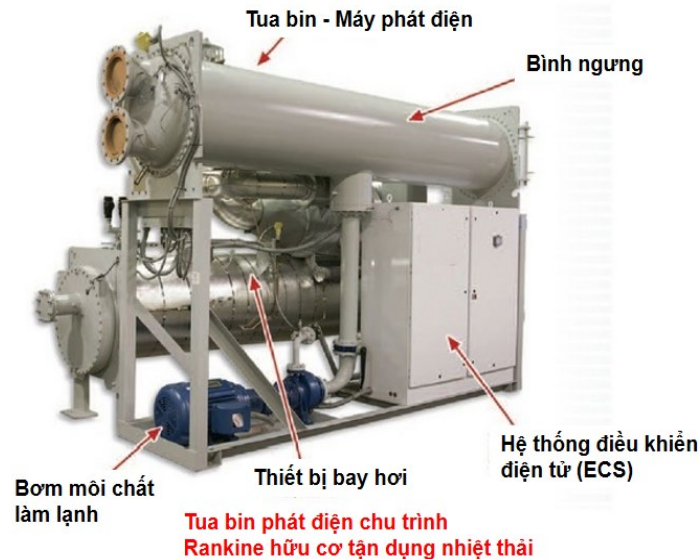


Các công nghệ mới nổi trên thế giới

Các công nghệ mới nổi phù hợp nhất không có cùng mức độ phát triển chín muồi, do đó có thể được phân thành ba nhóm: đã thương mại hóa, đang mở rộng và dài hạn.

Đã thương mại hóa hoặc gần thương mại hóa:

- Tối ưu hóa quá trình đốt và hiệu suất bằng AI
- Bản sao số (digital twin) cho quản lý tài sản
- Cảm biến tiên tiến và chẩn đoán hiệu suất trực tuyến
- ORC cho thu hồi nhiệt cấp thấp trong một số trường hợp
- Động cơ và bộ truyền động hiệu suất cao
- Kết hợp với hệ thống lưu trữ bằng pin để cung cấp các dịch vụ hỗ trợ nhà máy



Các công nghệ mới nổi trên thế giới

Đang mở rộng trên thế giới:

- Lưu trữ năng lượng nhiệt tích hợp với hệ thống điện và nhiệt
- Bơm nhiệt quy mô công nghiệp cho thu hồi nhiệt cấp thấp
- Các cải tiến nhằm tăng cường vận hành linh hoạt cho các nhà máy than và khí
- Thu giữ carbon kết hợp với cải thiện tích hợp nhiệt một phần
- Mô hình nhà máy lai ghép kết hợp phát nhiệt điện, lưu trữ và năng lượng tái tạo

Dài hạn / ứng dụng chọn lọc:

- Đồng đốt hydrogen
- Chu trình phát điện CO₂ siêu tới hạn
- Lưu trữ năng lượng dài hạn hỗ trợ loại bỏ dần các tổ máy nhiệt điện
- Tích hợp CCUS hoàn chỉnh kết hợp tối ưu sử dụng nhiệt thải

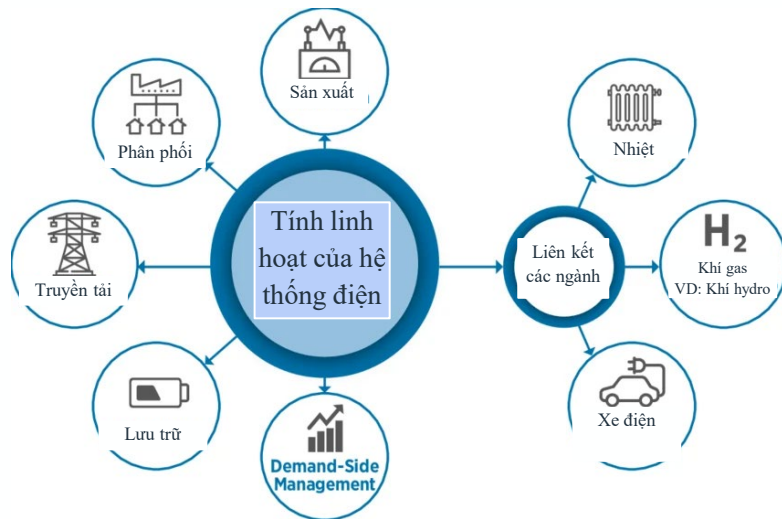
Thông điệp chính:

Các công nghệ có tính khả thi tài chính cao nhất trong 3–5 năm tới vẫn là tối ưu hóa bằng kỹ thuật số, thu hồi nhiệt thải, giảm điện năng tự dùng và cải tạo để vận hành linh hoạt. Hydrogen và các chu trình công nghệ tiên tiến có ý nghĩa chiến lược, nhưng chưa phải là ưu tiên hàng đầu về hiệu quả năng lượng đối với phần lớn các nhà máy tại Việt Nam.

Vận hành linh hoạt là thách thức mới về hiệu quả NL

Khi tỷ trọng điện mặt trời và điện gió gia tăng, các nhà máy điện nền truyền thống thường phải vận hành linh hoạt hơn, với tần suất tăng/giảm tải và vận hành ở mức tải thấp nhiều hơn. Điều này tạo ra một vấn đề mới về hiệu quả sử dụng năng lượng:

- Suất hao nhiệt cao hơn khi vận hành ở tải thấp
- Gia tăng tổn thất do khởi động – dừng máy
- Nhu cầu bảo trì tăng lên
- Giảm hiệu suất sử dụng nhiên liệu tổng thể của hệ thống.



Vận hành linh hoạt là thách thức mới về hiệu quả NL

Việc triển khai quy mô lớn năng lượng tái tạo tại Việt Nam đòi hỏi mức độ linh hoạt của hệ thống điện, khả năng lưu trữ và điều độ cao hơn nhiều.

Thực tế, điều này có nghĩa là hiệu suất của nhà máy điện không còn chỉ được đánh giá ở điều kiện thiết kế vận hành đầy tải, mà cần được đánh giá trong điều kiện vận hành thực tế.

Giải pháp quốc tế:

- Giảm mức tải tối thiểu ổn định
- Tăng tốc độ tăng/giảm tải
- Tối ưu hóa quản lý khởi động
- Tích hợp với hệ thống lưu trữ
- Tối ưu điều độ bằng công nghệ số.

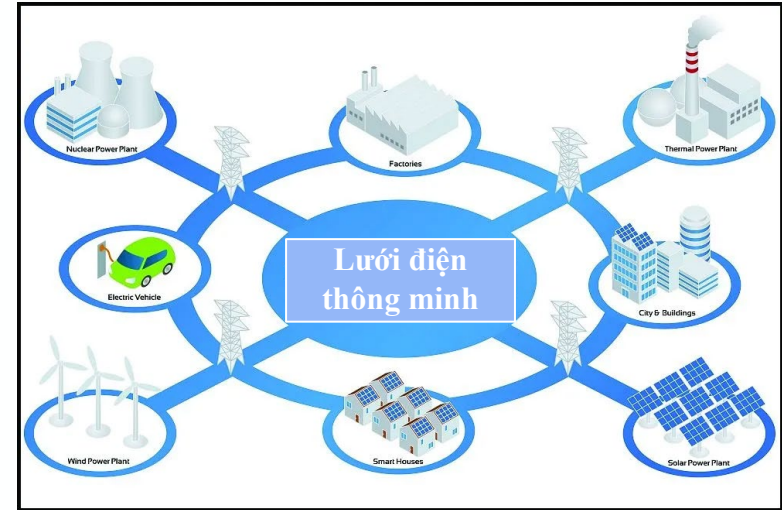
Thông điệp chính:

Trong một hệ thống điện tích hợp nhiều nguồn năng lượng tái tạo, tính linh hoạt và hiệu suất có mối liên hệ mật thiết với nhau.

Vai trò của hệ thống lưu trữ và lưới điện thông minh

Trên thế giới, hiệu quả sử dụng năng lượng trong ngành điện ngày càng được cải thiện, vượt ra ngoài phạm vi nhà máy.

- Hệ thống lưu trữ năng lượng bằng pin (BESS)
- Thủy điện tích năng
- Công nghệ lưới điện thông minh
- Quản lý điều độ bằng công nghệ số
- Hệ thống SCADA và tự động hóa
- Tăng cường năng lực truyền tải để tích hợp nguồn năng lượng tái tạo biến đổi.



Vai trò của hệ thống lưu trữ và lưới điện thông minh

Các khoản đầu tư này giúp cải thiện HQNL của hệ thống thông qua:

- Giảm tỷ lệ cắt giảm công suất năng lượng tái tạo
- Giảm nhu cầu dự phòng
- Hạn chế vận hành chu kỳ kém hiệu quả của các nhà máy nhiệt điện
- Cho phép điều độ tối ưu các tổ máy có hiệu suất cao nhất.

Các biện pháp này cải thiện HQNL của hệ thống bằng cách tăng tỷ trọng năng lượng tái tạo được khai thác, giảm nhu cầu dự phòng, tránh vận hành theo chu kỳ không cần thiết của các nhà máy nhiệt điện và điều độ các tổ máy hiệu quả hơn.

Thông điệp chính:

Một nhà máy có hiệu suất thấp vẫn có thể là một phần của một hệ thống hiệu quả nếu được vận hành hợp lý; ngược lại, một nhà máy có hiệu suất cao vẫn có thể làm giảm hiệu quả toàn hệ thống nếu việc tích hợp lưới điện không tốt.

Ưu tiên cao hiện nay

- Tối ưu hóa nhà máy bằng công nghệ số
- Phân tích nâng cao và bảo trì dự đoán
- Tối ưu hóa bình ngưng và hệ thống làm mát
- Thu hồi nhiệt thải
- Giảm điện tự dùng
- Số hóa lưới điện
- Lưu trữ năng lượng bằng pin phục vụ cân bằng năng lượng và các dịch vụ phụ trợ.



Danh mục công nghệ quốc tế phù hợp cho Việt Nam

Các lựa chọn chiến lược trung hạn

- Nhà máy điện chu trình hỗn hợp LNG với khả năng vận hành linh hoạt cao
- Đồng đốt sinh khối tại các nhà máy phù hợp, nơi có chuỗi cung ứng nhiên liệu ổn định
- Lưu trữ năng lượng nhiệt
- Liên kết thu hồi nhiệt công nghiệp với tích hợp điện – nhiệt
- Nghiên cứu về mức độ sẵn sàng của công nghệ CCUS (thu giữ, sử dụng và lưu trữ CO₂) cho các nguồn phát thải lớn

Các lựa chọn dài hạn

- Đồng đốt hydrogen
- Thu giữ CO₂ quy mô lớn
- Chu trình CO₂ siêu tới hạn
- Chuyển đổi công năng các nhà máy nhiệt điện cũ sang lưu trữ năng lượng, máy bù đồng bộ, hoặc các trung tâm năng lượng hỗn hợp

Thông điệp chính:

Tái sử dụng các nhà máy nhiệt điện than và khí đã ngừng hoạt động để lắp đặt hệ thống pin lưu trữ, thiết bị hỗ trợ lưới điện hoặc phát triển các trung tâm năng lượng hỗn hợp, thay vì đóng cửa hoàn toàn các cơ sở này.

Các khuyến nghị chính cho ngành điện Việt Nam

1. Bắt đầu từ hiệu quả vận hành, không phải các công nghệ “đỉnh đám”

- Ưu tiên trước hết là cải thiện suất hao nhiệt, giảm điện tự dùng và tối ưu hóa bằng công nghệ số đối với các tổ máy hiện hữu.

2. Xem các nâng cấp để tăng cường vận hành linh hoạt là một dự án tiết kiệm năng lượng

- Tại Việt Nam, các nâng cấp để tăng cường vận hành linh hoạt cần được đánh giá như một phần của chiến lược hiệu quả năng lượng, chứ không chỉ nhằm hỗ trợ lưới điện.

3. Sàng lọc có hệ thống các giải pháp thu hồi nhiệt thải

- Đặc biệt đối với các tổ máy than và khí có công suất lớn và thời gian vận hành cao.



Các khuyến nghị chính cho ngành điện Việt Nam

4. Đầu tư đồng bộ lưới điện và lưu trữ cùng với nguồn phát

- Nếu không, các cải thiện hiệu quả NL ở cấp nhà máy sẽ bị triệt tiêu bởi tình trạng cắt giảm công suất và điều độ không tối ưu.

5. Ưu tiên các công nghệ có thời gian hoàn vốn ngắn và rủi ro triển khai thấp

- Bao gồm điều khiển số, biến tần, thu hồi nhiệt, tối ưu bảo trì và cải thiện điều độ.

6. Xây dựng lộ trình công nghệ theo từng loại nhà máy

- Việt Nam không nên áp dụng một lộ trình chung. Các nhà máy than, khí, thủy điện và các hệ thống tích hợp năng lượng tái tạo cần các hướng đi hiệu quả khác nhau.



Lời kết

Việt Nam không cần phải lựa chọn giữa an ninh năng lượng, hiệu quả NL và giảm phát thải. Các kinh nghiệm quốc tế cho thấy những mục tiêu này ngày càng hỗ trợ lẫn nhau nếu các khoản đầu tư được tập trung vào:

- Vận hành tốt hơn các nhà máy hiện hữu
- Nâng cao tính linh hoạt của hệ thống điện
- Số hóa
- Lưu trữ năng lượng
- Triển khai có chọn lọc các công nghệ mới nổi

Làn sóng nâng cao hiệu quả NL tiếp theo của ngành điện Việt Nam sẽ không đến từ một công nghệ đột phá duy nhất, mà từ sự kết hợp giữa tối ưu hóa nhà máy, tăng cường vận hành linh hoạt, lưu trữ năng lượng và vận hành hệ thống thông minh hơn.

Chân thành cảm ơn!

Fridolin Müller Holm
fmh@viegandmaagoe.dk
+45 31751714