

Khả năng vận hành linh hoạt của nhà máy điện Việt Nam

Cuộc họp kỹ thuật: Tăng cường vận hành linh hoạt các nhà máy điện than tại Việt Nam

Søren Hallberg Olsen
SHON@COWI.COM

Kết quả quan sát, cải tiến và chi phí dự kiến

Phân tích sâu từ quá trình thử nghiệm toàn diện tại Tổ máy 3 ở NMNĐ Vĩnh Tân và Tổ máy 2 ở NMNĐ Quảng Ninh

Yếu tố thúc đẩy: Tỷ trọng năng lượng tái tạo ngày càng tăng đòi hỏi phụ tải nền từ nhiệt điện để ổn định lưới điện.

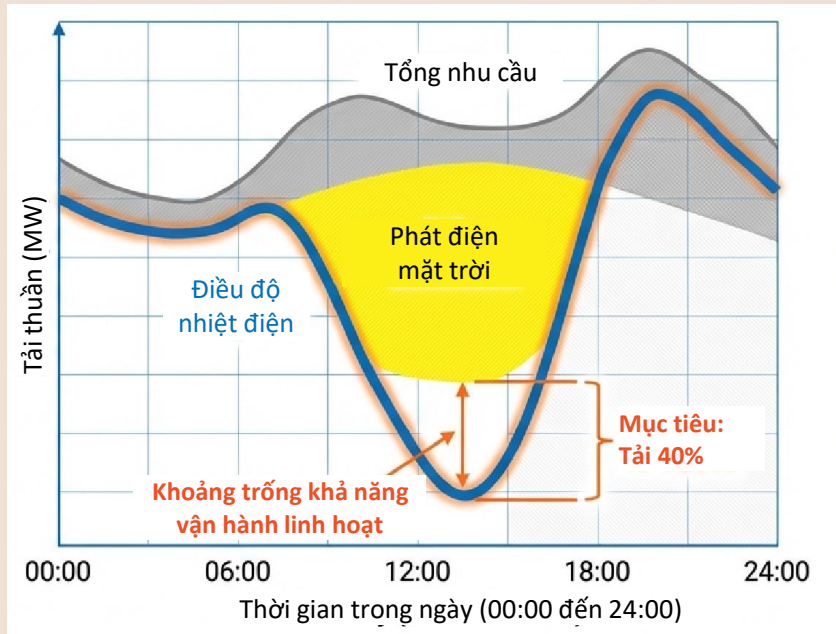
Mục tiêu: Xác nhận tính khả thi về mặt kỹ thuật của việc giảm mức tải vận hành ổn định tối thiểu.

Mục tiêu:

Vĩnh Tân 4 (Lò hơi Benson, than bán bitum) 300 MW → 240 MW

Quảng Ninh 2 (Lò hơi trống, than Antraxit) 225 MW → 180 MW

Phạm vi: Độ ổn định của quá trình cháy, ứng suất nhiệt, điều khiển, khí thải



Phương pháp: Cách tiếp cận dựa trên đánh giá hiện trạng cần trọng



Cách tiếp cận

- Giảm phụ tải từng bước
- Xác định các khoảng thời gian vận hành ổn định

Cấu hình

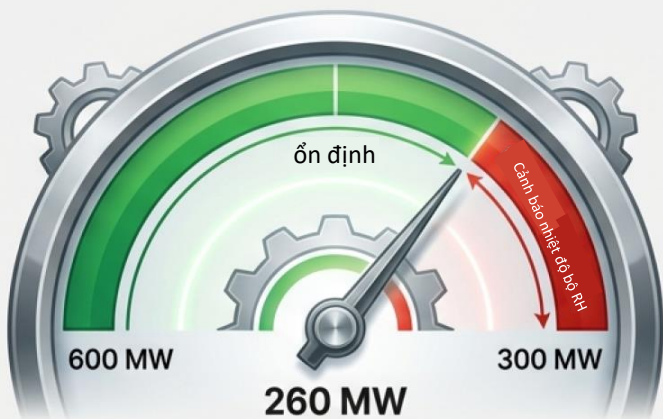
- Ví dụ: kết hợp các máy nghiền
- Chế độ CCS so với chế độ vận hành theo tuabin

Dữ liệu & an toàn

- Ghi nhật ký dữ liệu tần suất thường xuyên
- Không có giới hạn an toàn nào bị vượt qua

Kết quả chính: Giới hạn tải vận hành tối thiểu

Vĩnh Tân 4 (Tổ máy 3)

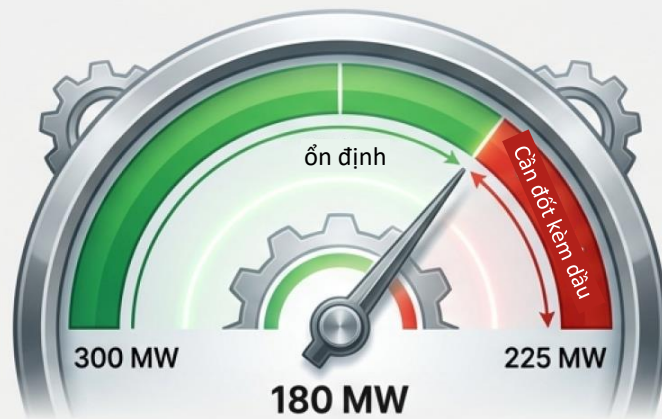


Kết quả: Ổn định tại 300 MW (không kèm dầu). Không ổn định tại 260 MW.

Chế độ sự cố: Cảnh báo nhiệt độ bộ quá nhiệt trung gian (RH) + Cần kèm dầu.

Giới hạn chính: Bất đối xứng nhiệt (mất cân bằng nhánh A/B) và nhiệt độ kim loại RH.

Quảng Ninh (Tổ máy 2)



Kết quả: Đạt mức tải 180 MW chỉ khi đốt kèm dầu hỗ trợ liên tục.

Giới hạn chính: Mất ổn định luồng khí trong lò và quá trình đốt cháy không đồng đều.

Trạng thái: Chưa sẵn sàng vận hành thương mại ở tải thấp không kèm dầu (< 225 MW).

Nghiên cứu điển hình: Kết quả thử nghiệm tại NMNĐ Vĩnh Tân 4, Tổ máy 3

Nhiệt bất đối xứng là hạn chế chính

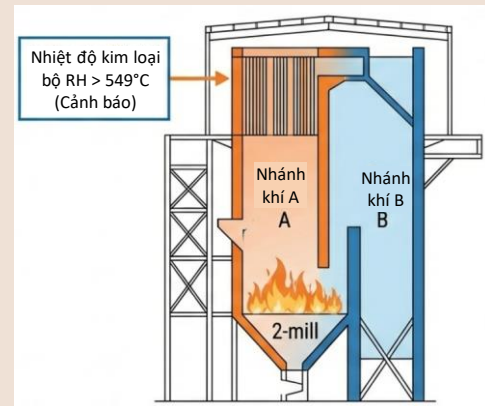
Mức tải đạt được: Ổn định ở 300 MW (~50%)

Kích hoạt cảnh báo ở mức tải 260 MW

Giới hạn thực tế: Mức tải 300 MW để bảo vệ tuổi thọ linh kiện

Nguyên nhân cơ bản:

- **Tình trạng bất đối xứng:**
 - Liên tục chênh lệch nhiệt độ giữa hai nhánh khí (mức chênh lệch nhiệt độ của hơi là 30-40°C)
 - Phân phối gió không đều – độ lệch cài đặt của các lá chắn gió không phù hợp
 - Không xác định được mức độ phân phối bột than – do sử dụng bộ phân ly tĩnh và trở lực đường ống không đều
- **Cấu hình:**
 - Vận hành 2 máy nghiền gây tập trung nhiệt ở vùng dưới buồng đốt (mất tính phân tầng nhiệt theo chiều dọc)
- **Hệ thống điều khiển:**
 - Hệ thống giảm ôn dạng phun SH/RH thiếu tính năng lập lịch hệ số khuếch đại khi vận hành ở tải thấp
 - Tải máy nghiền giới hạn ở mức 85%



Nghiên cứu điển hình: Kết quả thử nghiệm tại NMNĐ Quảng Ninh, Tổ máy 2

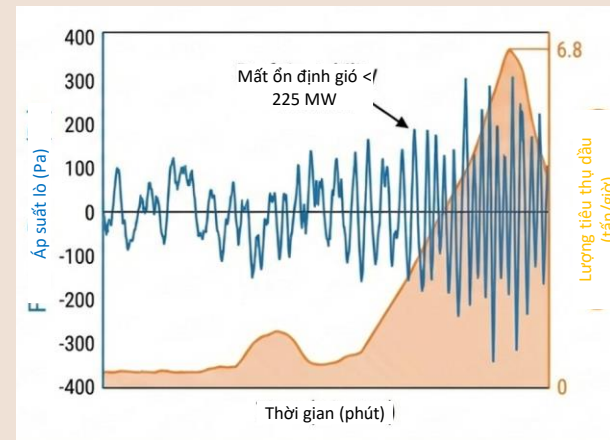
Độ ổn định áp suất lò là yếu tố hạn chế chính

Mức tải đạt được: Ổn định ở 225 MW (~60%)
Mức tải thấp hơn **chỉ** có thể đạt được khi đốt kèm dầu

Giới hạn thực tế: 225 MW khi chưa nâng cấp

Nguyên nhân cơ bản:

- **Hệ thống điều khiển:** Các van gió cấp 2 kiểu đóng/mở làm cho các bước nhảy lưu lượng gió không đồng đều
Hệ thống cấp bậc điều khiển thiếu sự phối hợp giữa nhiên liệu, quạt hút, quạt đẩy và gió cấp 2
Không xác định được mức độ phân phối bột than – do sử dụng bộ phân ly tĩnh và trở lực đường ống không đều
- **Chế độ đốt:** Chế độ đốt gián tiếp qua kho chứa làm ngắt quãng quá trình sấy than chủ động; than được lưu trữ trong kho chứa sẽ nguội đi.
- **Hệ thống quạt:** Quạt hút được điều khiển không đồng bộ gây mất cân bằng áp suất.



Kết quả quan sát chung

- Giới hạn tải thấp được thiết lập bởi biên độ ổn định chứ không phải bởi giới hạn phần cứng.
- Sự phân bố không đồng đều gió và khói giữa hai nhánh là yếu tố hạn chế chính khi vận hành ở tải thấp.
- Phân bố than nghiền là một yếu tố không chắc chắn quan trọng và có khả năng góp phần gây ra hiện tượng đốt không đồng đều.
- Chiến lược điều khiển và hiệu chỉnh chưa phù hợp với các biến số khi vận hành tải thấp.
- Việc đốt kèm dầu khi vận hành ở tải thấp là cần thiết khi biên độ ổn định không đảm bảo.

Đề xuất ngắn hạn: Hiệu chỉnh thông số vận hành

1. Logic điều khiển (cả hai nhà máy):

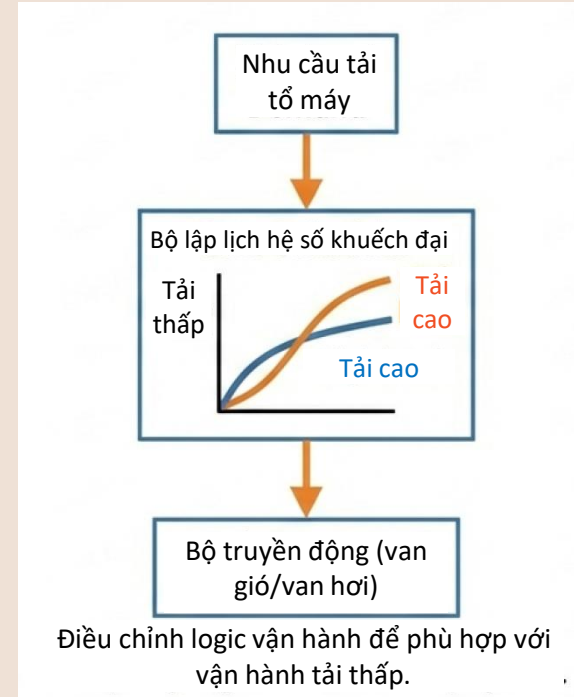
- Điều chỉnh vòng điều khiển PID với thứ tự ưu tiên nhiên liệu–quạt hút–quạt đẩy–gió cấp 2.
- Triển khai cơ chế điều khiển tối ưu hoá và điều khiển dự đoán
- Triển khai chế độ 'Vận hành theo tuabin' để duy trì vận hành tải thấp
- **Vĩnh Tân 4:** Áp dụng giới hạn nhiệt kim loại linh hoạt, điều chỉnh theo áp suất

2. Thay đổi về quy trình:

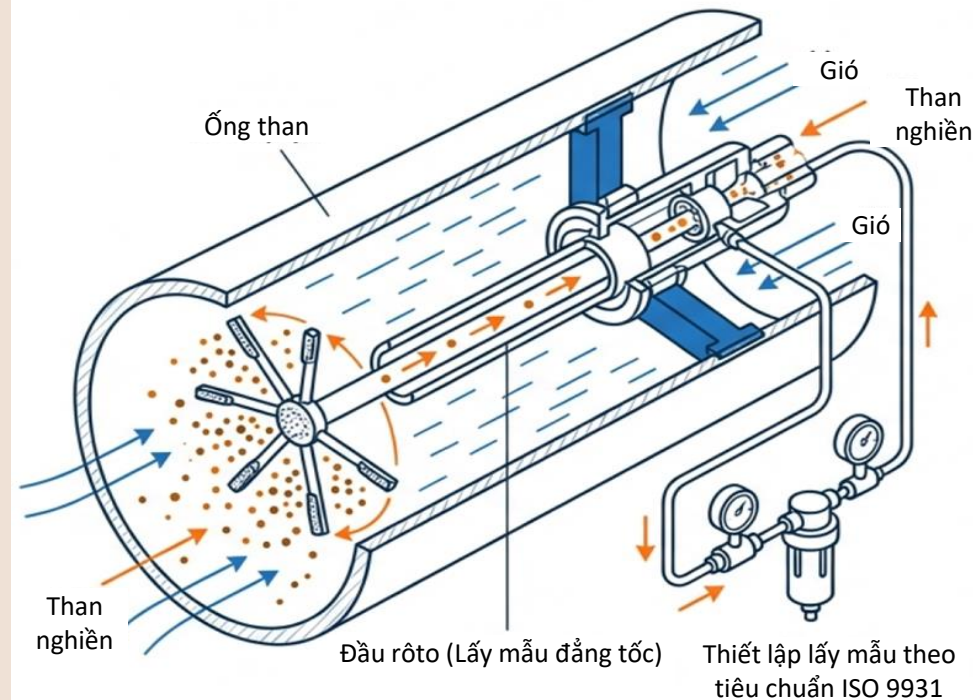
- **Vĩnh Tân 4:** Vận hành 3 máy nghiền nếu có thể
- **Quảng Ninh:** Áp các mức giới hạn dưới nghiêm ngặt về xung lượng trong chế độ “đốt gián tiếp qua kho chứa”

3. Bảo trì

- Thổi bụi có chủ đích để kiểm soát tình trạng dòng nhiệt bất đối xứng.
- Lấy mẫu theo ISO 9931



Thu hẹp khoảng trống: Lấy mẫu theo tiêu chuẩn ISO 9931



"Hộp đen" của hệ thống phân phối than nghiền:

- Hiện tại, cả hai nhà máy đều không đo lưu lượng than nghiền trên mỗi đường ống đến vòi đốt.
- Hệ quả: Không thể chỉ ra được nguyên nhân là do hiệu chỉnh/điều khiển chưa phù hợp hay do tắc nghẽn vòi.

Hành động cần thiết:

- Yêu cầu lấy mẫu đẳng tốc bắt buộc theo tiêu chuẩn ISO 9931.

Kiểm tra bổ sung:

- Tốc độ dòng gió cấp 1 (PA) tại đầu vòi đốt.
- Nhiệt độ đầu lạnh của bộ gia nhiệt gió (APH) (Nguy cơ ăn mòn).

Cảnh báo: Vận hành tải thấp làm giảm nhiệt độ khí APH, tăng nguy cơ ăn mòn do điểm đọng sương axit.

Nâng cấp trong trung hạn: Đầu tư phần cứng

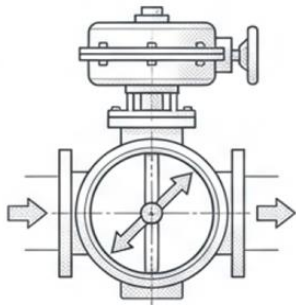
NMND Quảng Ninh	Tóm tắt phạm vi	CAPEX dự kiến	Nhu cầu cắt điện	Khung thời gian Tuần
Hiệu chỉnh đồng bộ các vòng lặp điều khiển	Thiết lập thứ tự ưu tiên rõ ràng giữa nhiên liệu–quạt hút–quạt đẩy–gió cấp 2, triển khai các chuỗi điều khiển bù nhiễu, xác định trạng thái vận hành tải thấp hoặc chế độ đốt gián tiếp qua kho chứa, thực hiện các thử nghiệm đáp ứng bậc thang và hiệu chỉnh có cấu trúc.	< 0,20 (triệu USD)	Chủ yếu thực hiện trực tuyến với các khoảng dừng thử nghiệm ngắn	2 – 6
Điều tiết vô cấp các van chặn gió cấp 2	Thay thế các van chặn gió cấp 2 kiểu đóng/mở bằng các van điều tiết vô cấp, bổ sung phản hồi vị trí và kích hoạt tính năng hiệu chỉnh cân bằng A/B trong hệ thống DCS.	< 2,4 (triệu USD)	Ngừng máy ngắn theo kế hoạch cho từng phía lò hơi.	8 – 22
Chẩn đoán và cân bằng bột than	Thực hiện lấy mẫu bột than theo tiêu chuẩn ISO 9931, đo đặc phân bố dòng khí lẫn bụi và lắp đặt hoặc điều chỉnh van cân bằng bột than.	< 2,6 (triệu USD)	Ngừng lò ngắn và dừng máy nghiền cục bộ	8 – 16
Hệ thống vòi phun nước làm sạch lò	Lắp đặt hệ thống làm sạch bằng vòi phun nước tự động, bao gồm các cải tạo lối tiếp cận, hệ thống bảo vệ và thoát nước	< 3,5 (triệu USD)	Ngừng hoạt động theo kế hoạch	16 – 32
Nâng cấp hệ thống giám sát ngọn lửa và hệ thống quản lý đốt (BMS)	Thay thế các thiết bị giám sát ngọn lửa cũ bằng các bộ cảm biến phổ kép hiện đại, tích hợp tín hiệu 4–20 mA / tín hiệu số vào DCS, cập nhật logic quản lý vòi đốt, quy tắc bình chọn và chẩn đoán để phát hiện ngọn lửa than ở chế độ tải thấp.	< 1,9 (triệu USD)	Ngừng hoạt động lò trong thời gian ngắn hoặc ngừng luân phiên các nhóm vòi đốt	4 – 16

Nâng cấp trong trung hạn: Đầu tư phần cứng

NMND Vĩnh Tân 4	Tóm tắt phạm vi	CAPEX dự kiến	Nhu cầu cắt điện	Khung thời gian Tuần
Điều phối tốc độ tăng/giảm tải của bộ điều khiển chủ	Thiết lập các bộ giới hạn bước nhảy và giới hạn độ dốc cho nhiên liệu, gió, nước cấp và điểm cài đặt bộ quá nhiệt trung gian. Đấu nối các mạch điều khiển bù nhiễu. Thực hiện các thử nghiệm theo kịch bản lập sẵn	< 0,16 (triệu USD)	Chủ yếu thực hiện trực tuyến với các khoảng dừng thử nghiệm ngắn	2 – 6
Máy nghiền và than nghiền	Khắc phục điểm nghẽn ở máy nghiền và nâng cấp đường ống than nghiền. Lắp đặt thiết bị phần cứng để cân bằng phân phối than nghiền và tích hợp với hệ thống giám sát than nghiền tại các vị trí lựa chọn.	< 6,0 (triệu USD)	Trong quá trình tắt máy	4 – 6
Hệ thống vòi phun nước làm sạch lò	Lắp đặt hệ thống làm sạch bằng vòi phun nước tự động, bao gồm các cải tạo về lối tiếp cận, hệ thống bảo vệ và thoát nước	< 3,5 (triệu USD)	Ngừng hoạt động trong thời gian ngắn cho mỗi vòi phun nước	12 – 24
Bộ phân ly kiểu động	Cải tiến một máy nghiền với bộ phân ly tốc độ biến thiên và tích hợp bộ biến tần (VFD)	< 6,4 (triệu USD)	Ngừng hoạt động để bảo trì lớn khoảng 6 tuần	12 – 24
Nâng cấp hệ thống giám sát ngọn lửa và hệ thống quản lý đốt (BMS)	Thay thế các thiết bị giám sát ngọn lửa cũ bằng các bộ cảm biến phổ kép hiện đại, tích hợp tín hiệu 4–20 mA / tín hiệu số vào DCS, cập nhật logic quản lý vòi đốt, quy tắc bình chọn và chẩn đoán để phát hiện ngọn lửa than ở chế độ tải thấp.	< 1,5 (triệu USD)	Thời gian vận hành tải (cho phép bảo trì) ngắn	12 – 24

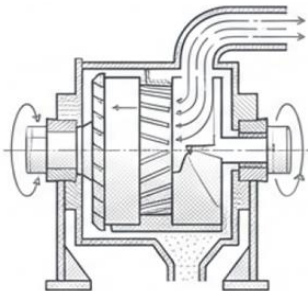
Lộ trình cải tiến: Nâng cấp phần cứng trọng điểm

Quảng Ninh (Phần khí & gió)



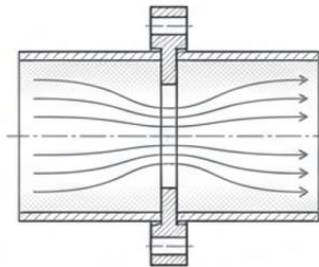
- Thay van gió SA chỉ có thể đóng/mở bằng **van gió tuyến tính** (phản hồi vị trí).
- Nâng cấp thiết bị quét ngọn lửa phổ kép

Vinh Tân 4 (Máy nghiền & phần nhiệt)



- **Bộ phân ly động:** Để tách biệt độ mịn của than nghiền với tải máy nghiền.
- **Khắc phục điểm nghẽn máy nghiền:** Khôi phục độ thông thoáng để cho phép vận hành công suất >85%.
- **Vòi phun nước:** Hệ thống làm sạch tự động cho tường trước.

Các biện pháp thông thường



- Thiết bị phần cứng cân bằng đường ống than nghiền (nghẽn tiết lưu/hộp riffle) dựa trên dữ liệu theo tiêu chuẩn ISO 9931.

Các bước tiếp theo cho hệ thống NMNĐ của Việt Nam

A. Mục tiêu và nguyên tắc

- Triển khai dự án “**Đánh giá hiện trạng và nâng cấp khả năng vận hành linh hoạt**” trên toàn hệ thống NMNĐ.

B. Cấu trúc chương trình

1. Thành lập dự án tập trung vào việc cập nhật và tối ưu hóa vòng điều khiển
2. Quy trình sàng lọc NMNĐ và đánh giá hiện trạng vận hành tải thấp tiêu chuẩn
3. Khắc phục những khoảng trống dữ liệu thường gặp trước khi ra các quyết định đầu tư vốn lớn
4. Triển khai “Gói A” trên toàn hệ thống: các biện pháp kiểm soát và quy tắc vận hành (thời gian ngừng hoạt động nhanh nhất, chi phí thấp nhất).
5. Triển khai “Gói B” khi đánh giá hiện trạng xác nhận nhu cầu: nâng cấp phần gió và cân bằng phân phối than nghiền
6. Chỉ nâng cấp phần cứng theo gói “Package C” cho những tổ máy mà giới hạn còn lại cho phép
7. Xác định các tiêu chí quản trị, KPI và tiêu chí nghiệm thu có thể đo lường được

C. Phương pháp lập ngân sách mang tính định hướng sử dụng hai báo cáo làm cơ sở lập kế hoạch

D. Logic quản trị và nhân rộng

Các bước tiếp theo các NMNĐ của Việt Nam

Kích thước tổ máy	Gói A Cơ chế điều khiển và quy tắc	Gói B Phần khí và cân bằng than nghiền	Gói C Nâng cấp phần cứng	Tổng cộng nếu áp dụng tất cả
300 MW	0,3-0,5 triệu USD	0,4-0,7 triệu USD	0,8-1,2 triệu USD	1,5-2,4 triệu USD
450 MW	0,35-0,6 triệu USD	0,6-1,0 triệu USD	1,2-1,8 triệu USD	2,2-3,4 triệu USD
600 MW	0,4-0,7 triệu USD	0,8-1,3 triệu USD	1,8-2,8 triệu USD	3,0-4,8 triệu USD
700 MW	0,45-0,8 triệu USD	1,0-1,6 triệu USD	2,2-3,5 triệu USD	3,7-5,9 triệu USD

Cấu trúc quản trị

Xác định thẩm quyền ra quyết định và trách nhiệm giải trình về mặt kỹ thuật

- **Nhóm điều hành hệ thống NMNĐ**
EVN, chủ nhà máy, cơ quan quản lý, cố vấn kỹ thuật.
Chịu trách nhiệm về chỉ tiêu, ngân sách và các quyết định nhân rộng mô hình.
- **Cơ quan chuyên trách kỹ thuật**
xác định các phương pháp đánh giá hiện trạng, KPI và tiêu chí nghiệm thu. Xác nhận các giới hạn là do vấn đề vận hành hay do phần cứng.
- **Các nhóm triển khai hệ thống**
Thực hiện kiểm thử, tinh chỉnh và nâng cấp.
Cung cấp dữ liệu đã xác thực lại cho hệ thống.

Các chỉ số KPI có thể đo lường được nghiệm thu

Quyết định dựa trên dữ liệu, không dựa trên phán đoán.

- Tải vận hành ổn định tối thiểu MW không cần đốt kèm dầu dự phòng khẩn cấp
- Độ ổn định của luồng khí trong lò và biên độ dao động
- Đối xứng áp suất và nhiệt độ nhánh A–B
- Tốc độ đốt kèm dầu ở mức tải thấp mục tiêu
- Tần suất can thiệp của người vận hành

Nhân rộng logic trên toàn hệ thống

Chỉ nhân rộng quy mô những thực hành hiệu quả.

- Nếu gói A đạt được các KPI mục tiêu trên một tổ máy, **hãy sao chép trực tiếp** sang các tổ máy tương tự.
- Nếu gói B được yêu cầu trên một tổ máy, chỉ áp dụng cho các thiết bị có **cùng cơ chế giới hạn**.
- Gói C **không bao giờ được tự động sao chép/nhân rộng**. Mỗi tổ máy sẽ cần những giải trình độc lập.

Khả năng vận hành linh hoạt không chỉ đơn thuần là vận hành ở mức tải thấp

- **Định nghĩa của IEA, 2008:**

“Khả năng vận hành ổn định với tỷ trọng đáng kể điện năng từ năng lượng tái tạo biến đổi”

- **Thay đổi công suất**

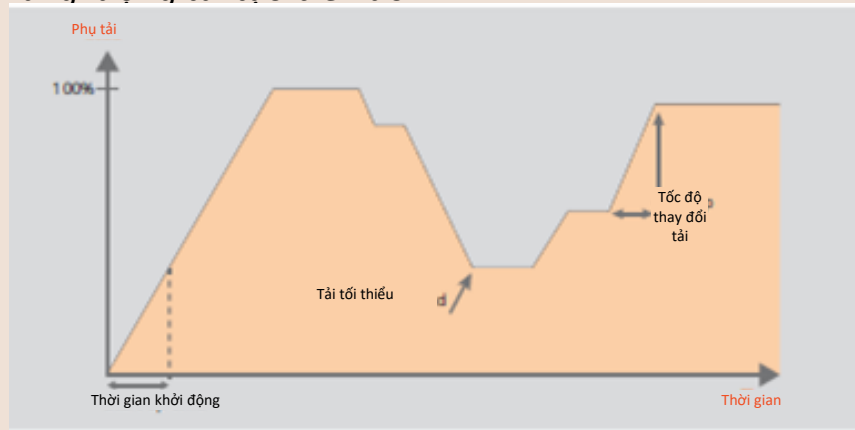
Khả năng vận hành linh hoạt là khả năng giảm công suất cộng với khả năng thay đổi tải và cấu hình mà không gây ra trip, cảnh báo hoặc tích lũy hư hại cho hệ thống.

- **Thời gian khởi động và tắt máy**

Cả hai đều giúp giảm chi phí hệ thống bằng cách giảm số giờ hoạt động bắt buộc và chi phí tổn thất nhiên liệu khi vận hành non tải.

- **Khả năng chịu quá tải**

Khả năng chịu quá tải thường là một chế độ vận hành có giới hạn thời gian, ví dụ như tăng công suất trong thời gian ngắn để dự phòng sự cố, đáp ứng tần số hoặc hỗ trợ công suất đỉnh.



Xin cảm ơn

NMNĐ Quảng Ninh

NMNĐ Vĩnh Tân 4



EVN

TẬP ĐOÀN ĐIỆN LỰC VIỆT NAM
VIETNAM ELECTRICITY



EVNGENCO1

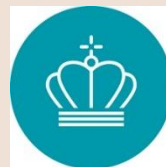
TỔNG CÔNG TY PHÁT ĐIỆN 1



HỆ THỐNG AN TOÀN - THỊ TRƯỞNG MINH BẠCH



**ELECTRICITY AUTHORITY
OF VIETNAM**



Danish Energy Agency



UDENRIGSMINISTERIET
Danmark i Vietnam