BỘ CÔNG THƯƠNG

EMBASSY OF DENMARK
Hanoi

Danish Energy Agency

HƯỚNG DẪN CÔNG NGHỆ

TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG CHO HỆ THỐNG SẤY VÀ HỆ THỐNG NHIỆT TRONG NGÀNH CHẾ BIẾN GỖ

Hà Nội, 2025

HƯỚNG DẪN CÔNG NGHỆ TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG CHO HỆ THỐNG SẤY VÀ HỆ THỐNG NHIỆT TRONG NGÀNH CHẾ BIẾN GỖ

Tài liệu được xây dựng với sự hợp tác của:

Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công, Bộ Công Thương

Cục Năng lượng Đan Mạch

Viegand Maagøe

VETS

LỜI CẢM ƠN

Hướng dẫn công nghệ tiết kiệm năng lượng cho hệ thống sấy và hệ thống nhiệt trong ngành chế biến gỗ là tài liệu được xây dựng trong khuôn khổ Hợp phần 3 - Phát triển carbon thấp trong ngành công nghiệp của Chương trình Hợp tác Đối tác Năng lượng Việt Nam – Đan Mạch giai đoạn 2020-2025 (DEPP3). Tài liệu do Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công, Bộ Công Thương phối hợp với Cục Năng lượng Đan Mạch thực hiện, với sự hỗ trợ của Đại sứ quán Đan Mạch tại Hà Nội.

Bản quyền

Nội dung thông tin trong tài liệu này có thể được tự do sử dụng, chia sẻ hoặc tái bản, nhưng phải trích dẫn đầy đủ nguồn thông tin, trừ trường hợp có quy định khác. Các trích dẫn (tiếng Việt) cần được ghi chú như sau: *Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công (Bộ Công Thương) & Cục Năng lượng Đan Mạch: Hướng dẫn công nghệ tiết kiệm năng lượng cho hệ thống sấy và hệ thống nhiệt trong ngành chế biến gỗ*.

Liên hệ

Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công, Bộ Công Thương

Địa chỉ: 54 Hai Bà Trưng, phường Cửa Nam, Hà Nội

GIỚI THIỆU

Hướng dẫn tối ưu hoá hệ thống sấy và cung cấp nhiệt trong ngành chế biến gỗ Việt Nam được xây dựng trong khuôn khổ hoạt động hợp tác giữa Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công và Cục Năng lượng Đan Mạch trong năm 2022 - 2023.

Mục đích của Hướng dẫn này là nhằm giới thiệu quy trình phân tích và tối ưu hóa hệ thống sấy và cung cấp nhiệt trong ngành chế biến gỗ, bao gồm dữ liệu cần thu thập, đánh giá cần thực hiện, giải pháp cần xem xét và cách thức trình bày đề xuất đầu tư một cách có hệ thống cho ban lãnh đạo công ty.

Hướng dẫn này sẽ được cập nhật liên tục dựa trên kinh nghiệm thu được từ hoạt động đánh giá được triển khai trong các doanh nghiệp chế biến gỗ Việt Nam. Hướng dẫn này cũng là một tài liệu quan trọng kết nối với các tài liệu khác được xây dựng trong khuôn khổ hoạt động hợp tác giữa Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công và Cục Năng lượng Đan Mạch, ví dụ như Cẩm nang Công nghệ Lò hơi tiết kiệm năng lượng.

Hướng dẫn đã được xây dựng với sự hợp tác chặt chẽ giữa Cục Năng lượng Đan Mạch, các đơn vị tư vấn Viegand Maagøe và VETS.

MỤC LỤC

TỔNG QUAN VỀ HƯỚNG DẪN 3

1 Các khía cạnh cơ bản về quá trình sấy gỗ 4

1.1 Hệ thống sấy thông thường – mô tả công nghệ 4

1.2 Các thông số chính trong quá trình sấy gỗ 6

1.3 Cung cấp và phân phối nhiệt 7

2 Các biện pháp sử dụng năng lượng hiệu quả cho quá trình sấy 9

2.1 Xử lý nguyên liệu thô 9

2.2 Nạp tải buồng sấy 10

2.3 Hiệu suất buồng sấy 11

2.4 Kiểm soát quá trình sấy 13

2.5 Hệ thống thu hồi nhiệt 15

2.6 Lò hơi và hệ thống phân phối nhiệt 16

3 Sàng lọc, kiểm toán và nghiên cứu khả thi 21

3.1 Sàng lọc và kiểm toán năng lượng 21

3.2 Nghiên cứu tiền khả thi 25

3.3 Nghiên cứu khả thi 28

TỔNG QUAN VỀ HƯỚNG DẪN

Kết quả của chuyến thăm thực địa tại các doanh nghiệp chế biến gỗ ở Việt Nam cho thấy có thể xác định được tiềm năng tiết kiệm năng lượng đáng kể.

Trước hết, điều này là do chất thải sinh khối từ quá trình sản xuất được xem là nhiên liệu rất rẻ nên doanh nghiệp không có nhiều động lực tối ưu hóa hệ thống sấy và lò hơi là khu vực sử dụng toàn bộ năng lượng nhiệt. Bên cạnh đó, buồng sấy và hoạt động quản lý vận hành buồng sấy từ trước đến nay không xem xét tất cả các chi tiết liên quan đến các biện pháp tiết kiệm năng lượng và do đó thiết bị và dụng cụ để kiểm soát quy trình thường có chất lượng tương đối thấp.

Có thể dự đoán rằng nhu cầu nhiên liệu sinh khối trên thị trường sẽ tăng đáng kể trong bối cảnh tăng cường giảm phát thải CO_2 ở Việt Nam cũng như các nước khác trong khu vực và do đó giá trị của nhiên liệu sinh khối dự kiến sẽ tăng lên.

Những lý do trên là cơ sở để thúc đẩy vận hành hiệu quả hệ thống sấy và lò hơi và cần khuyến khích nỗ lực xác định và thực hiện các giải pháp hiệu quả hơn – tập trung trước tiên vào hiệu quả năng lượng nhưng cũng quan tâm tới các lợi ích như tăng công suất, cải thiện chất lượng sản phẩm, cải thiện hậu cần sản xuất, v.v.

Hướng dẫn này dự kiến sẽ được các nhà quản lý doanh nghiệp công nghiệp, các nhà cung cấp công nghệ và các chuyên gia về tiết kiệm năng lượng sử dụng để tối ưu hóa hệ thống sấy gỗ trong doanh nghiệp gỗ, bao gồm hệ thống cung cấp nhiệt.

Hướng dẫn trình bày các nội dung sau:

1. Những khía cạnh cơ bản về quá trình sấy trong ngành chế biến gỗ
2. Các biện pháp đánh giá khi cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng
3. Sàng lọc ban đầu/kiểm toán năng lượng hệ thống sấy
4. Nghiên cứu tiền khả thi các dự án đầu tư về sử dụng năng lượng hiệu quả
5. Nghiên cứu khả thi cho các giải pháp được ưu tiên

Hướng dẫn có tham chiếu đến các tài liệu khác được xây dựng trong khuôn khổ hoạt động hợp tác giữa Việt Nam và Đan Mạch về tiết kiệm năng lượng trong lĩnh vực công nghiệp.

1 Các khía cạnh cơ bản về quá trình sấy gỗ

Nhìn chung, cần nắm rõ các khía cạnh cơ bản của quá trình sấy gỗ khi thiết kế các giải pháp tiết kiệm năng lượng và có hiệu quả về chi phí, đối với cả trường hợp cải tạo hệ thống hiện hữu và lập kế hoạch lắp đặt mới/mở rộng công suất.

Phần này mô tả các buồng sấy và hệ thống cung cấp nhiệt thường được xây dựng như thế nào trong ngành chế biến gỗ ở Việt Nam và những tổn thất năng lượng cũng như cơ hội tiết kiệm năng lượng đối với quá trình sấy và các hệ thống cung cấp năng lượng.

1.1 Hệ thống sấy thông thường – mô tả công nghệ

Hầu hết các hệ thống sấy gỗ thường bao gồm một loạt các buồng sấy được vận hành riêng lẻ với hệ thống cung cấp nhiệt dùng chung.

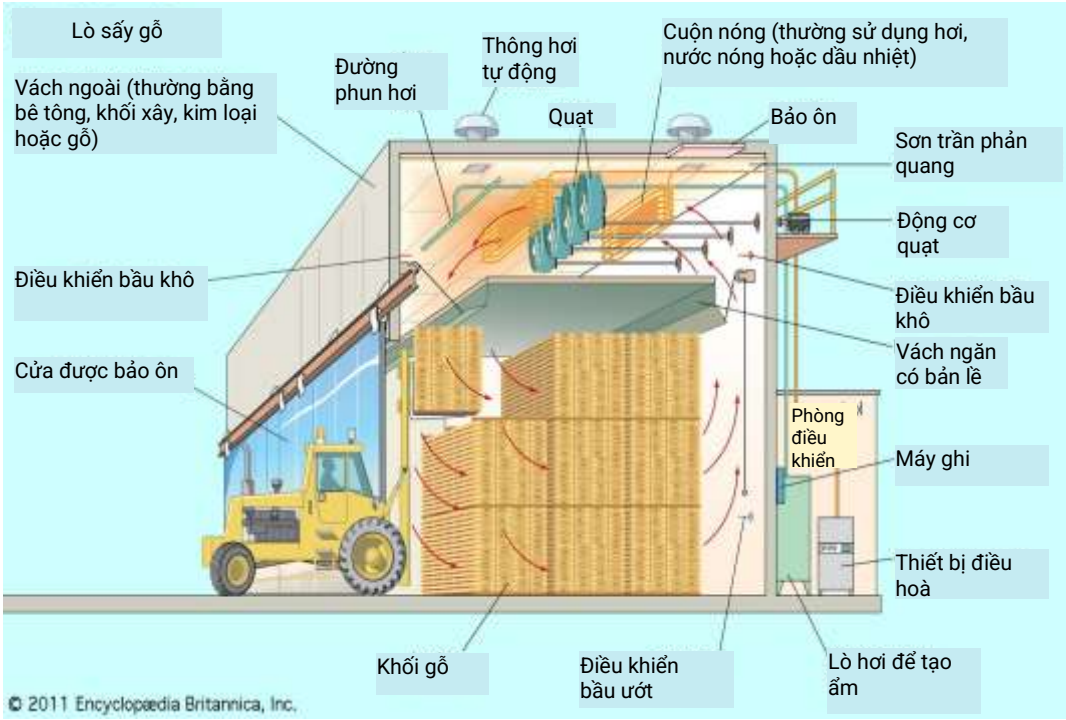
Các buồng sấy được vận hành ở "chế độ theo mẻ", theo đó, thanh/ván/sản phẩm gỗ được nạp vào buồng sấy và sau đó được sấy trong một khoảng thời gian để loại bỏ độ ẩm trong gỗ, sẵn sàng sử dụng trong sản xuất đồ nội thất.

Hình 1 bên dưới minh họa ví dụ về buồng sấy điển hình.

Hình 1. Ví dụ điển hình về hệ thống sấy theo mẻ trong ngành chế biến gỗ Việt Nam.

Quá trình sấy được thực hiện trong các điều kiện khác nhau vì gỗ có độ ẩm cao khi bắt đầu giai đoạn sấy và dần dần trở nên khô hơn vào cuối chu trình sấy. Nhiệt độ và độ ẩm trong buồng thay đổi đáng kể trong quá trình sấy.

Hình 2 bên dưới thể hiện mặt cắt ngang của hệ thống lắp đặt trong một buồng sấy điển hình.



Hình 2. Ví dụ điển hình về lắp đặt hệ thống sấy theo mẻ trong ngành chế biến gỗ.

Như trong hình minh họa ở trên, dưới đây là các cấu phần chính trong hệ thống sấy:

- Quạt được lắp đặt trong buồng sấy, dưới mái, để luân chuyển không khí qua các ngăn xếp/tấm gỗ, v.v.
- Luồng không khí lưu thông từ đỉnh buồng về phía cửa buồng, xuyên qua gỗ và quay trở lại quạt. Sau một khoảng thời gian nhất định, quạt nên được đảo chiều và không khí sẽ lưu thông theo hướng ngược lại.
- Cuộn làm nóng được lắp đặt ở phần trước khi không khí hồi lưu về phía quạt.
- Trên nóc buồng sấy, các quạt thông gió và van gió được lắp đặt để lưu thông không khí có độ ẩm cao ra môi trường xung quanh trong giai đoạn ẩm ban đầu của quá trình sấy.
- Các vòi phun được lắp đặt để tạo độ ẩm cho gỗ trong trường hợp cần thiết. Vòi phun chủ yếu được sử dụng trong quá trình làm nóng đến nhiệt độ sấy và khi kết thúc quá trình sấy, ở chế độ điều hòa.
- Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm nên được lắp đặt trước và sau khu vực chất gỗ để theo dõi độ ẩm cân bằng (EMC) của môi trường sấy.

- Thiết bị điều khiển thường được lắp đặt phía sau buồng sấy để theo dõi tiến trình của chu trình sấy.

1.2 Các thông số chính trong quá trình sấy gỗ

Đặc tính và thời gian của quá trình sấy phụ thuộc vào một loạt các thông số, trước hết là:

- **Độ ẩm ban đầu của gỗ:**

Độ ẩm của gỗ có thể thay đổi đáng kể tùy thuộc vào cách gỗ được vận chuyển đến và bảo quản tại cơ sở sản xuất cũng như việc có áp dụng biện pháp “sấy sơ bộ” gỗ ở điều kiện môi trường xung quanh hay không.

Độ ẩm cũng sẽ phụ thuộc vào thời gian trong năm (tức là mùa mưa hay mùa khô) và độ ẩm tương đối của không khí xung quanh gỗ trước khi xếp gỗ đưa vào buồng sấy.

- **Độ dày của ván gỗ:**

Một thách thức là nước bị giữ lại trong lõi gỗ và cần thời gian di chuyển dài từ lõi gỗ lên bề mặt gỗ.

Vì vậy ván dày sẽ cần sấy lâu hơn nhiều so với ván mỏng. Việc tăng nhiệt độ và/hoặc giảm độ ẩm của không khí sấy để đẩy nhanh quá trình sấy có thể dẫn đến chất lượng ván gỗ kém (nứt, v.v.).

- **Điểm bão hòa sợi (FSP):**

Độ ẩm mà tại đó thành tế bào bão hòa hoàn toàn (toàn bộ 'nước liên kết') nhưng không có nước tồn tại trong khoang tế bào, được gọi là 'điểm bão hòa sợi'. Điểm bão hòa sợi của gỗ trung bình có độ ẩm khoảng 30%.

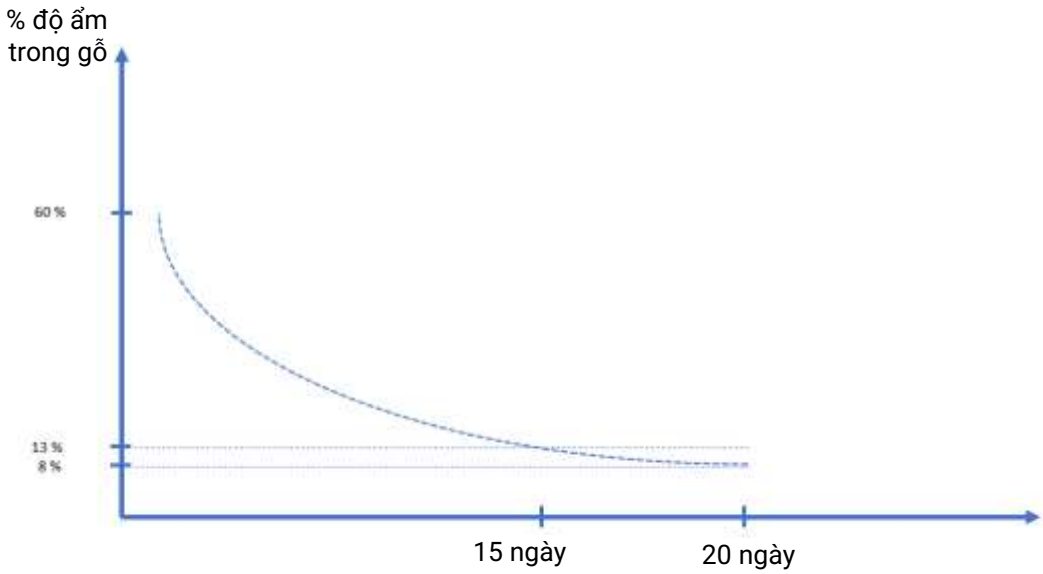
Tuy nhiên, FSB phụ thuộc vào loại gỗ và do đó các loại gỗ khác nhau sẽ có số lần sấy và thông số sấy khác nhau.

- **Độ ẩm cân bằng (EMC):**

Định nghĩa độ ẩm cân bằng (EMC) là mức độ ẩm mà tại đó gỗ không tăng độ ẩm cũng không mất độ ẩm do gỗ ở trạng thái cân bằng với độ ẩm và nhiệt độ tương đối của môi trường xung quanh.

Ngoài ra, EMC còn phụ thuộc vào loại gỗ và do đó các loại gỗ khác nhau có số lần sấy và thông số sấy khác nhau.

Do sự dao động lớn của các thông số nêu trên, thời gian sấy có thể kéo dài từ vài ngày đến hơn 20 ngày. Nhiệt độ trong buồng sấy thường dao động trong khoảng từ 40°C đến 95°C. Hình 3 dưới đây mô tả một ví dụ điển hình về độ ẩm trong gỗ giảm dần như thế nào.



Hình 3. Ví dụ về độ ẩm trong thanh gỗ trong thời gian sấy 20 ngày.

Đặc điểm của quá trình sấy là độ ẩm giảm nhanh khi bắt đầu quá trình sấy, trong khi phải mất nhiều giờ (ngày) để loại bỏ tỷ lệ phần trăm độ ẩm cuối cùng do nước luân chuyển chậm hơn khi ở dưới điểm bão hòa sợi.

Thông tin chi tiết hơn về lý thuyết sấy gỗ có thể được tìm thấy trong các tài liệu tham khảo dưới đây.[1]

1.3 Cung cấp và phân phối nhiệt

Hầu hết các doanh nghiệp chế biến gỗ đều vận hành lò hơi, trong đó chất thải sinh khối từ quá trình sản xuất (mùn cưa và mảnh vụn) được đốt trong lò.

[1] "Các khía cạnh cơ bản về sấy gỗ", báo cáo của ARBOLOR và được Patrick Perré biên tập, 2003.
"Sấy khô gỗ bằng không khí", báo cáo của Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (USDA), 2020.

Hình 4. Ví dụ về lắp đặt lò hơi trong ngành chế biến gỗ Việt Nam.

Các lò hơi thường tạo ra hơi ở nhiệt độ/áp suất 6 bar/150°C, thông qua hệ thống đường ống hơi được phân phối đến một số buồng sấy, tại đây không khí tuần hoàn được gia nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt dưới điều kiện ngưng tụ của hơi.

Trong một số trường hợp, nhiệt cấp cho buồng sấy ở dạng dầu nóng, hoặc cũng có thể áp dụng hệ thống nước nóng.

2 Các biện pháp sử dụng năng lượng hiệu quả cho quá trình sấy

Nhìn chung, có nhiều biện pháp sử dụng năng lượng hiệu quả cho hệ thống sấy và cung cấp nhiệt trong ngành chế biến gỗ ở Việt Nam.

Phần này đề cập đến quá trình sấy còn các hệ thống sản xuất và cung cấp nhiệt sẽ được trình bày ở các phần bên dưới.

Hiệu suất năng lượng tổng thể của quá trình sấy có thể được phân loại thành các khu vực chính sau:

1. Xử lý nguyên liệu thô
2. Nạp tải buồng sấy
3. Hiệu suất buồng sấy
4. Kiểm soát quá trình sấy
5. Hệ thống thu hồi nhiệt
6. Cung cấp và phân phối nhiệt

Mỗi một khu vực nói trên có thể xem xét áp dụng một số biện pháp sử dụng năng lượng hiệu quả.

2.1 Xử lý nguyên liệu thô

- **Chất lượng gỗ:**

Chất lượng của nguyên liệu thô có thể thay đổi đáng kể tùy thuộc vào loại gỗ, độ ẩm và độ dày của gỗ, v.v. và cần hiểu rõ điểm bắt đầu của từng quá trình sấy để vận hành buồng sấy với mức sử dụng năng lượng tối thiểu, nhằm cải thiện chất lượng sản phẩm và đảm bảo công suất sản xuất tốt.

- **Làm ẩm sơ bộ:**

Nguyên liệu thô thường được bảo quản hoặc thậm chí phơi khô dưới ánh nắng mặt trời, điều đó có nghĩa là bề mặt có thể tương đối khô nhưng vẫn có độ ẩm cao trong lõi nguyên liệu thô.

Đây có thể là rào cản cho quá trình sấy khô nhanh và hiệu quả nhằm đem lại các sản phẩm chất lượng cao - cần có độ ẩm tương đối ổn định từ lõi vật liệu đến bề mặt để có thể luân chuyển hơi ẩm nhanh trong quá trình sấy.

Do đó, có thể cần phải làm ẩm nguyên liệu thô trong giai đoạn đầu của quá trình sấy – bằng nước hoặc hơi từ hệ thống phân phối hơi. Không nên sử dụng hơi từ lò hơi vì hơi không bão hòa và có thể làm khô và cháy bề mặt gỗ.

2.2 Nạp tải buồng sấy

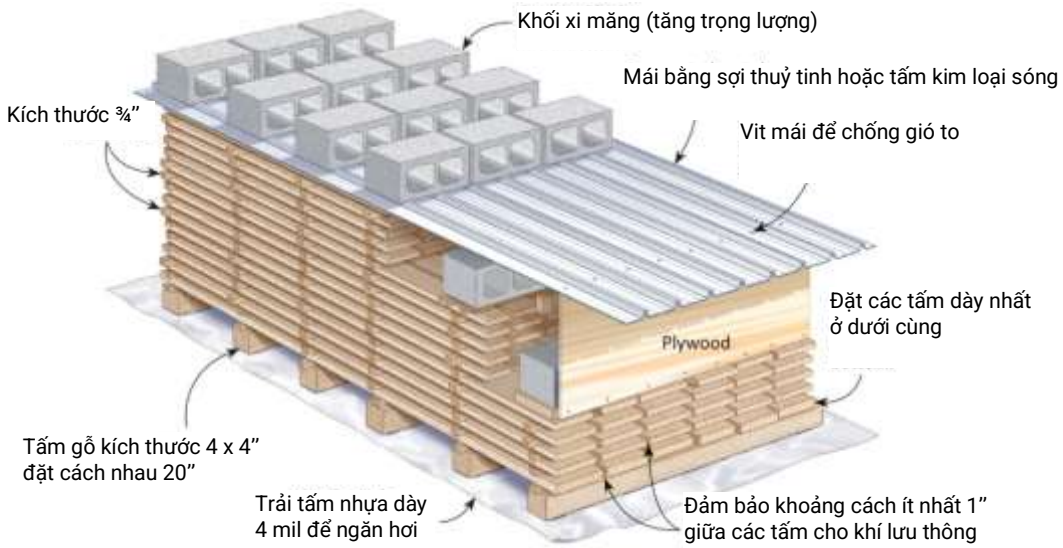
- **Xếp chồng nguyên liệu thô:**

Cả về khía cạnh tiết kiệm năng lượng lẫn chất lượng sản phẩm, điều quan trọng là phải nạp nguyên liệu vào buồng sấy sao cho luồng không khí tuần hoàn được phân bổ đều khắp các nguyên liệu thô. Rủi ro đặt ra là không khí sấy sẽ luôn tìm cách "dễ dàng" nhất để đi qua gỗ, từ đó có thể để lại các vùng "chết" nơi các tấm gỗ sẽ chỉ được sấy khô chậm trong khi các khu vực khác được sấy khô nhanh hơn.

Nếu các chồng nguyên liệu thô riêng biệt được đặt cách nhau một khoảng nhỏ thì luồng không khí có xu hướng tìm "con đường dễ nhất" xuyên qua các chồng nguyên liệu thô, mà sẽ không đi qua giữa các thanh/tấm gỗ riêng lẻ.

Nạp tải cho buồng sấy cẩn thận là yếu tố rất quan trọng để có quá trình sấy khô nhanh chóng và hiệu quả với chất lượng gỗ khô cao.

Dưới đây là một ví dụ về cách xếp gỗ trong thiết bị sấy được khuyến nghị áp dụng.



Hình 5. Ví dụ về xếp gỗ trong thiết bị sấy gỗ thông thường.

Như hình minh họa, việc xếp gỗ phải cho phép không khí lưu thông tự do và phân bố đều trên bề mặt nhiều nhất có thể, dưới đây là một số khuyến nghị chi tiết hơn:

- Các tấm gỗ có độ dày không đồng đều không nên sấy trong cùng một buồng
- Nhãn dán phải được dán ở cuối tấm ván gỗ để tránh các đầu bị tách rời

- Không nên chừa chỗ cho luồng không khí tự do
- V.v.

Để quá trình sấy đạt chất lượng tốt và tiết kiệm năng lượng, cần chuẩn bị sẵn hướng dẫn cho từng loại gỗ được xử lý trong thiết bị sấy.

Thông tin thêm về xếp chồng gỗ có thể được tìm thấy trong một số tài liệu tham khảo quốc tế[2].

- **Loại bỏ nước từ quá trình làm ẩm:**

Nếu ban đầu nguyên liệu thô được phun nước hoặc hơi để đảm bảo chất lượng nguyên liệu phù hợp và đồng đều cho quá trình sấy thì thường sẽ có một lượng lớn nước hoặc hơi ngưng tụ trên sàn trong giai đoạn đầu của quá trình sấy.

Công suất gia nhiệt trong quá trình sấy về cơ bản không cao lắm (quy trình được thiết kế cho thời gian sấy dài và kỹ), trong khi đó sự bay hơi của lượng nước còn lại từ quá trình làm ẩm có thể mất nhiều thời gian, do đó cần phải gia nhiệt rất nhiều, dù không tận dụng được hết.

Sau bước tạo ẩm ban đầu phải luôn thực hiện loại bỏ nước trên sàn một cách thủ công và tốt nhất là các lò phải có hệ thống thoát nước thích hợp để loại bỏ nước.

2.3 Hiệu suất buồng sấy

- **Giảm rò rỉ:**

Cửa buồng sấy hầu hết là cửa trượt và trong nhiều trường hợp, có thể quan sát thấy có hiện tượng rò rỉ khiến không khí ấm, nóng từ bên trong bị thất thoát ra môi trường xung quanh.

Tổn thất do rò rỉ làm giảm hiệu quả sử dụng năng lượng của buồng sấy, đồng thời làm giảm đáng kể công suất sấy.

Vì vậy, cửa phải được kiểm tra thường xuyên và sửa chữa mọi rò rỉ.

- **Bảo ôn bề mặt:**

Nhiều buồng sấy được thiết kế để cung cấp nhiệt với chi phí thấp, trong khi khả năng bảo ôn của tường, mái và cửa ít được quan tâm. Với giá nhiên liệu ngày càng tăng, cần xem xét bổ sung lớp bảo ôn cho buồng sấy.

[2] "Gỗ sấy khô bằng không khí", hướng dẫn kỹ thuật do Sở Tài nguyên Wisconsin, Đại học Wisconsin/Madison và Trường Cao đẳng Kỹ thuật Northcentral ban hành.

"Hấp và sấy gỗ xẻ", báo cáo kỹ thuật do Trường Đại học Tài nguyên và Khoa học Đời sống (Vienna) và Đại học British Columbia ban hành, tháng 4 năm 2023.

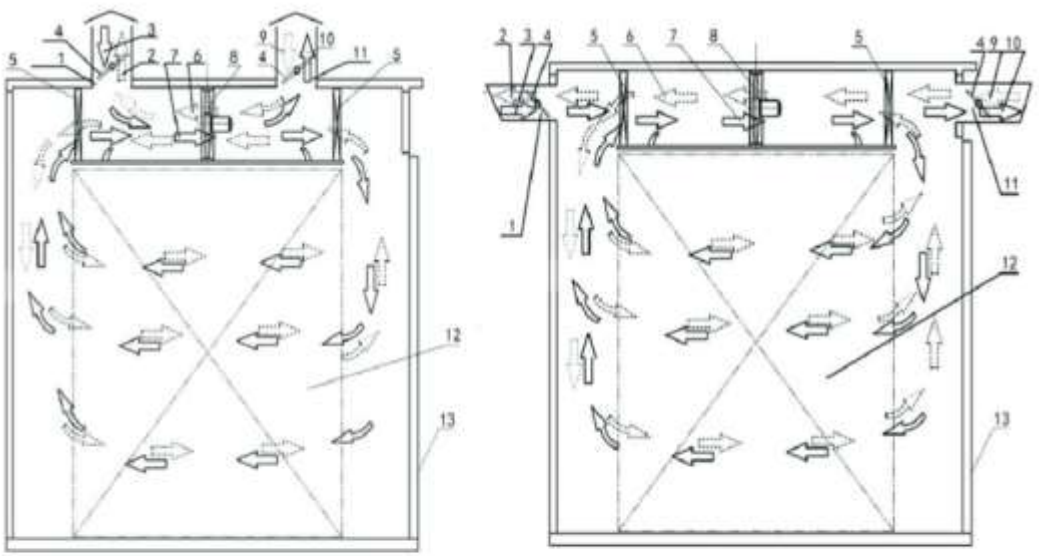
Kiểm toán năng lượng hoặc sàng lọc tiềm năng tiết kiệm năng lượng cần bao gồm đo nhiệt độ bề mặt và đánh giá mức độ tổn thất nhiệt.

- **Kiểm soát lưu lượng không khí:**

Luồng không khí đồng đều qua các buồng sấy là yếu tố rất quan trọng để đảm bảo chất lượng sản phẩm tốt (chất lượng sấy đồng đều), từ đó tận dụng năng lượng tối đa.

Buồng sấy kiểu hiện đại được lắp đặt các cánh dẫn hướng để điều hướng luồng không khí đồng đều khắp buồng, giúp đảm bảo vận hành hiệu quả về năng lượng và nâng cao chất lượng sản phẩm.

Quan trọng hơn, nên sử dụng quạt đảo chiều có bộ biến tần để tạo ra các luồng không khí khác nhau như minh họa trong hình 6 bên dưới.



Lưu thông khí trong lò sấy truyền thống. 1. Ống vào (ra) theo chiều thuận (ngược lại); 2. Khí thải ẩm theo chiều ngược; 3. Khí sạch theo chiều thuận; 4. Van bướm; 5. Cuộn nóng; 6. Khí lưu thông theo chiều ngược; 7. Khí lưu thông theo chiều thuận; 8. Quạt hướng tâm; 9. Khí sạch theo chiều ngược; 10. Khí thải ẩm theo chiều thuận; 11. Ống đầu vào (đầu ra) theo chiều ngược (thuận); 12. Khối gỗ; 13. Cửa lò.

Hình 6. Ví dụ về lắp đặt và luồng không khí đảo chiều trong thiết bị sấy gỗ.

Các luồng không khí khác nhau và thiết bị sấy với khối gỗ được xếp một cách hợp lý sẽ đảm bảo một số khu vực của lò không bị sấy khô hơn các khu vực khác, từ đó cải thiện chất lượng sản phẩm.

- **Hiệu suất của quạt:**

Quạt đã cũ được sử dụng để lưu thông không khí trong buồng có thể có hiệu suất rất thấp, do đó làm tăng chi phí vận hành đáng kể và nhìn chung sẽ làm kéo dài quá trình sấy do luồng không khí theo hướng không chính xác.

Toàn bộ hệ thống quạt phải được lắp đặt phía trên trần trong buồng sấy và hệ thống quạt phải được thiết kế riêng theo mục đích sử dụng trong buồng sấy.

Cần lưu ý là hiệu suất của hệ thống quạt không chỉ phụ thuộc vào quạt mà còn phụ thuộc vào việc liệu quạt có được lắp trong lò đúng cách để đảm bảo luồng không khí được kiểm soát qua các cánh quạt như minh họa trong hình 7 bên dưới hay không.

Hình 7. Ví dụ về hệ thống quạt có luồng khí hiệu quả và được kiểm soát thông qua các cánh quạt.

Để đảm bảo luồng không khí đồng đều, trần phụ phải ở cả hai phía của quạt.

2.4 Kiểm soát quá trình sấy

- **Sử dụng van gió đúng cách:**

Buồng sấy được trang bị ống hút, quạt thông gió và van gió ở nóc buồng để không khí nóng ẩm từ quá trình sấy có thể thoát ra xung quanh, tránh bị tuần hoàn nhiều lần.

Đặc biệt trong giai đoạn đầu của quá trình sấy, yếu tố này rất quan trọng để rút ngắn chu trình sấy khi loại bỏ lượng nước tương đối cao từ gỗ.

Trong các giai đoạn sau của chu trình sấy, nhu cầu thoát gió ẩm ra khỏi buồng sấy sẽ giảm và để vận hành tối ưu về năng lượng, cần phải tuần hoàn nhiều không khí hơn bên trong buồng sấy.

Việc điều khiển van gió và quạt thông gió ẩm ra khỏi buồng sấy là rất quan trọng để giảm tiêu thụ năng lượng và rút ngắn thời gian sấy. Theo quan sát thông thường, các buồng

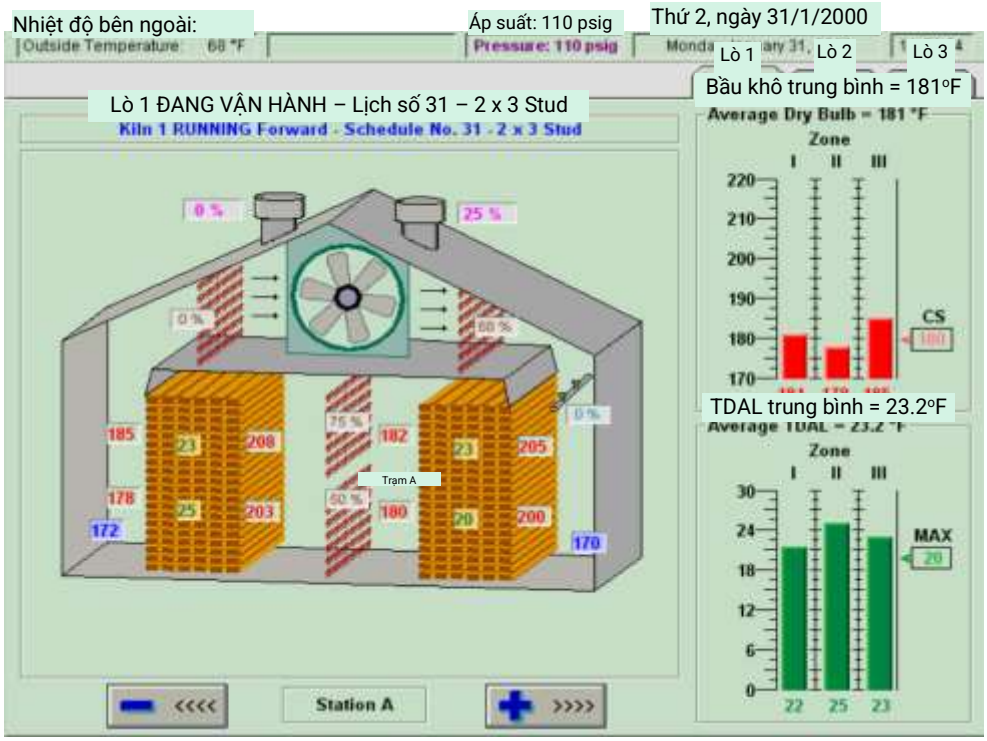
sấy đơn giản có van gió được điều khiển thủ công ở nóc buồng sấy hoạt động không chính xác lắm, các giải pháp như vậy cần được tự động hóa để đảm bảo hiệu quả.

Hình 8. Ví dụ về van gió tự động trong lò sấy gỗ.

- **Hệ thống điều khiển:**

Rất khó để đo chính xác độ ẩm bên trong gỗ, điều này có thể dẫn đến chế độ sấy không chính xác, nghĩa là sấy "quá mức cần thiết" với thời gian sấy tăng và tổn thất năng lượng của buồng sấy tăng – cũng như các vấn đề về chất lượng đối với gỗ sấy (tổn thất tăng).

Do đó, sử dụng đầu dò không phải là giải pháp an toàn để vận hành theo hướng sử dụng năng lượng hiệu quả. Máy đo nhiệt độ bầu ướt và bầu khô trước và sau chồng gỗ được đánh giá là phương pháp tốt hơn để nâng cao độ chính xác khi vận hành.



Hình 9. Ví dụ về hệ thống kiểm soát độ ẩm tiên tiến trong lò sấy gỗ.

Đầu dò phải được sử dụng kết hợp với kinh nghiệm sâu rộng về đặc tính của từng loại nguyên liệu thô (gỗ) trong quá trình sấy, dựa trên nhật ký sấy khô các loại nguyên liệu thô khác nhau.

- **Biến tần cho quạt:**

Bên cạnh việc kiểm soát nhiệt độ và độ ẩm của không khí lưu thông trong buồng sấy, tốc độ không khí cũng có thể được điều chỉnh trong quá trình sấy.

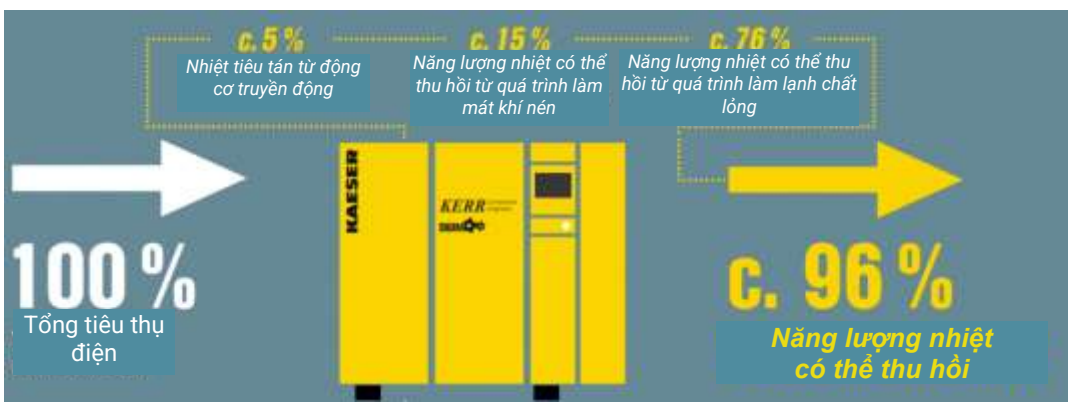
Điều này đòi hỏi quạt phải được trang bị biến tần (VSD), đây là một cách sử dụng năng lượng rất hiệu quả trong vận hành quạt. Những thay đổi nhỏ về tốc độ không khí cũng có thể mang lại tiết kiệm điện đáng kể.

Nhưng nhìn chung, kiểm soát quạt hút, van gió, nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ không khí là một vấn đề phức tạp cần được nghiên cứu kỹ lưỡng đối với từng loại nguyên liệu và cần tính đến nhiều yếu tố ngoại sinh (các thông số như nhiệt độ, độ ẩm bên ngoài cũng ảnh hưởng đến quá trình sấy). Cần thiết lập một công thức chính xác về cách sấy từng loại nguyên liệu sao cho tiết kiệm năng lượng nhất.

2.5 Hệ thống thu hồi nhiệt

Nhiệt thải có thể được thu hồi để cấp nhiệt một phần cho quá trình sấy, bổ sung cho quá trình gia nhiệt buồng sấy truyền thống bằng hơi hoặc các môi chất khác, ví dụ như tận dụng nhiệt thải từ các hệ thống khí nén.

Các trạm khí nén kiểu hiện đại có thể thu hồi được đến 96% điện năng sử dụng trong các máy nén để sản xuất nước nóng ở nhiệt độ lên đến 90°C.



Hình 10. Ví dụ về hiệu suất thu hồi nhiệt của một trạm khí nén.

Giải pháp nêu trên sẽ bao gồm lắp đặt hệ thống đường ống từ trạm khí nén đến các buồng sấy và thường lắp thêm các bộ trao đổi nhiệt để có thể truyền nhiệt từ nước nóng

đến không khí sấy lưu thông trong các buồng sấy – nhằm bổ sung cho hệ thống cấp nhiệt hiện có (thường dựa trên hơi).

2.6 Lò hơi và hệ thống phân phối nhiệt

Đối với hệ thống cấp nhiệt, có nhiều biện pháp nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng khác nhau:

- Tối ưu hóa lò hơi
- Thiết lập hệ thống cung cấp năng lượng mới
- Sử dụng công nghệ bơm nhiệt
- Sử dụng các giải pháp kết hợp
- Sấy khô cao tần (chân không)

Những biện pháp này sẽ được thảo luận tóm tắt dưới đây.

2.6.1 Lắp đặt lò hơi

Hiệu suất của hệ thống lò hơi có thể được đánh giá dựa theo Cẩm nang Công nghệ Lò hơi do Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công phối hợp với Cục Năng lượng Đan Mạch xây dựng[3].

Tóm lại, giải pháp cải thiện hệ thống lò hơi có thể bao gồm:

- Kiểm soát sinh khối không cháy hết trong tro
- Bảo ôn hệ thống lò hơi và các thiết bị phụ trợ đi kèm tại cơ sở đặt lò hơi
- Kiểm soát quá trình đốt cháy tự động để giảm thiểu hàm lượng oxy và carbon monoxide trong khí thải
- Thu hồi nhiệt thải từ khí thải trong bộ hâm nước và bộ sấy không khí sơ bộ
- Thu hồi nhiệt từ quá trình xả đáy lò hơi
- Lắp đặt hệ thống xử lý nước để giảm cặn và xả đáy
- Tối ưu hóa tải lò hơi so với công suất thiết kế

Thông thường, lò hơi trong ngành chế biến gỗ thuộc loại khá đơn giản (ghi cố định, nạp sinh khối thủ công) có hiệu suất thấp. Có thể cân nhắc các loại lò hơi mới có hiệu suất cao.

[3] https://media.depp3.vn/Images/User/duonght/2025/4/[vie]_cam_nang_cong_nghe_cho_lo_hoi_cong_nghiep_final.pdf

2.6.2 Hệ thống phân phối nhiệt

Hiệu quả của hệ thống phân phối nhiệt cung cấp nhiệt từ lò hơi đến buồng sấy phải được đánh giá trong quá trình sàng lọc tiềm năng tiết kiệm năng lượng, tham khảo Cẩm nang Công nghệ Lò hơi như đề cập ở trên:

- Thông thường, đường ống, van và hệ thống lắp đặt được bảo ôn kém dẫn đến tổn thất cao do nhiệt độ cao của đường ống hơi. Ngoài ra, đường ống hồi lưu nước ngưng phải được bảo ôn đúng cách.
- Bẫy hơi cần được kiểm tra và bảo trì thường xuyên để đảm bảo hệ thống phân phối hơi hoạt động hiệu quả - và thường có thể lắp đặt nhiều bẫy hơi hơn để giảm thiểu tổn thất trong hệ thống phân phối.
- Nước ngưng phải được đưa trở lại hệ thống lò hơi để tận dụng nhiệt trong nước nóng và giảm thiểu tiêu thụ nước sạch.

Tốt nhất nên xem xét thay thế hệ thống đường ống hơi kém hiệu quả bằng nguồn cấp nước nóng, vì tổn thất từ hệ thống này nhỏ hơn nhiều so với thất thoát từ hệ thống hơi và còn cho phép thu hồi nhiệt thải từ các khu vực khác của nhà máy – ví dụ từ hệ thống khí nén. Giải pháp thay hệ thống sấy hơi bằng sấy nước nóng đòi hỏi phải đầu tư thay thế lò hơi, bộ trao đổi nhiệt. Giải pháp này phải được đánh giá kỹ càng về hiệu quả đầu tư khi thay thế hệ thống.

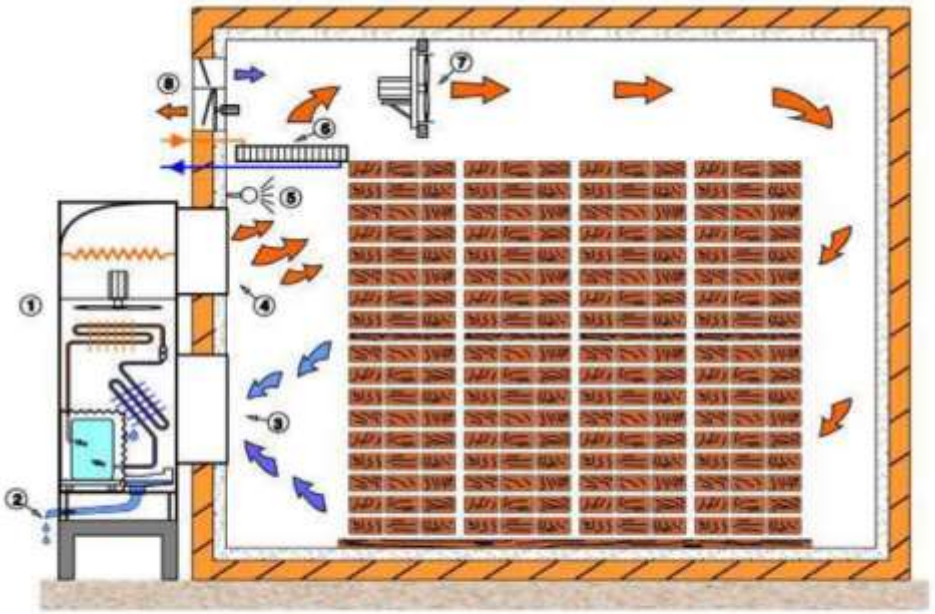
2.6.3 Công nghệ bơm nhiệt

Công nghệ bơm nhiệt được coi là giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả nhất cho quá trình sấy trong ngành chế biến gỗ.

Ví dụ, các ưu điểm của giải pháp bơm nhiệt là:

- Quá trình sấy có thể được vận hành và điều khiển chính xác hơn, từ đó nâng cao chất lượng sản phẩm.
- Khi bơm nhiệt khử ẩm không khí trong buồng sấy, thời gian sấy có thể giảm – tuy nhiên điều này còn tùy thuộc vào đặc tính vật liệu.
- Nếu sử dụng điện mặt trời hoặc điện gió, nguồn cung cấp nhiệt sẽ có tính chất trung hòa carbon.

Hình 11 bên dưới minh họa ví dụ về cách tích hợp bơm nhiệt với buồng sấy.



1 – Bơm nhiệt; 2 – Bơm xả; 3 – Đầu vào bơm nhiệt; 4 – Đầu ra bơm nhiệt;
5 – Phun sương; 6 – Bộ trao đổi nhiệt (chỉ với lò kết hợp); 7 – Quạt thông gió;
8 – Hệ thống trao đổi không khí

Hình 11. Nguyên lý ứng dụng bơm nhiệt để sấy gỗ.

Nguyên lý hoạt động của hệ thống bơm nhiệt như sau:

- Khi không khí ấm và ẩm thoát ra từ các chồng ván gỗ, nó gặp một bộ trao đổi nhiệt có vai trò tuần hoàn môi chất lạnh trong bơm nhiệt (điểm 3 trong hình 11). Bộ trao đổi nhiệt này được gọi là "bộ bay hơi" của bơm nhiệt.
- Khi gặp bề mặt “lạnh” như vậy, luồng không khí lưu thông sẽ được làm mát và một tỷ lệ độ ẩm nhất định trong không khí sẽ bão hòa và có thể được loại bỏ dưới dạng nước.
- Không khí được làm mát sau đó gặp bề mặt “nóng” có vai trò lưu thông khí nóng trong bơm nhiệt (điểm 4 trong hình 11). Bộ trao đổi nhiệt này được gọi là “bộ ngưng tụ” của bơm nhiệt.
- Khi gặp bề mặt nóng như vậy, luồng không khí lưu thông – và giờ đã khô – được làm nóng để có thể lưu thông trong buồng sấy một lần nữa nhằm hấp thụ thêm độ ẩm từ các tấm ván gỗ.
- Lượng nhiệt truyền đến không khí sấy bằng lượng năng lượng hấp thụ trong bộ bay hơi cộng với lượng điện mà máy nén sử dụng trong bơm nhiệt. Tỷ lệ giữ nhiệt sinh ra và điện năng tiêu thụ của máy nén được gọi là “Hệ số hiệu suất” – COP.

- Việc tối ưu hóa hệ số COP của bơm nhiệt rất quan trọng và trong các ứng dụng thực tế có thể có những hạn chế về mức nhiệt độ cao của không khí mà bơm nhiệt có thể tạo ra - cả về mặt hạn chế thực tế và do mức tiêu thụ điện năng của máy nén tăng đáng kể ở nhiệt độ cao.

Nhược điểm của giải pháp bơm nhiệt là điện năng ở Việt Nam có chi phí đắt đỏ và nếu sinh khối được coi là nguồn năng lượng "miễn phí" hoặc rất rẻ thì chi phí vận hành của bơm nhiệt có thể tăng so với đường cơ sở - tuy nhiên, nó phụ thuộc vào việc có thể giảm thời gian sấy được bao lâu và các buồng sấy được xây dựng có hiệu quả không (mức độ tổn thất nhiệt).

Ngoài ra, cần xem xét kỹ liệu bơm nhiệt có sử dụng môi chất lạnh thân thiện với môi trường hay không và liệu chi phí bảo trì có tăng so với mức đường cơ sở không.

Việc thay hệ thống gia nhiệt bằng sinh khối hiện có bằng hệ thống bơm nhiệt có thể không khả thi xét về mặt kinh tế, nhưng trong trường hợp cần công suất mới hoặc hệ thống lắp đặt cũ cần được cải tạo nhiều thì bài toán kinh doanh khi lựa chọn công nghệ bơm nhiệt cần được đánh giá cẩn thận cùng với chất lượng sản phẩm và sản lượng.

2.6.4 Giải pháp kết hợp

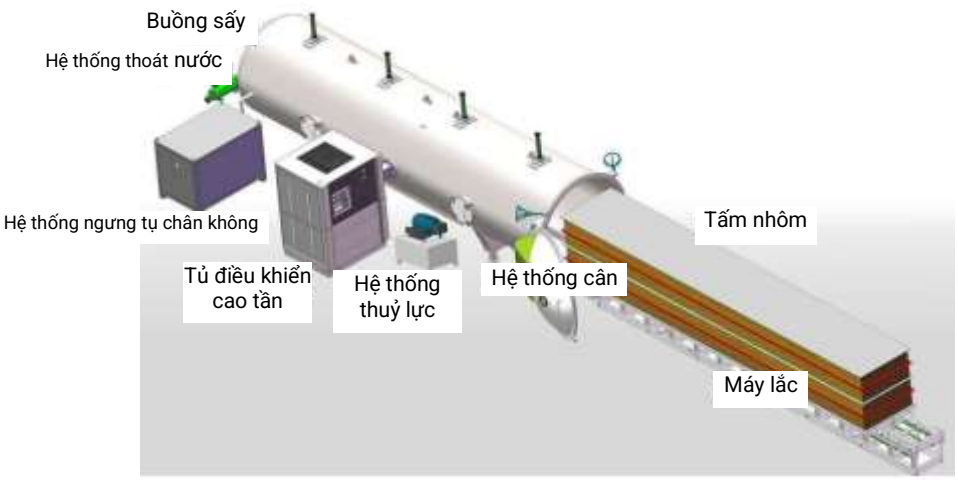
Về nguyên tắc, có thể kết hợp hệ thống sản xuất hơi bằng lò hơi sinh khối hiện có với hệ thống bơm nhiệt để đáp ứng một phần nhu cầu nhiệt trong lò.

Giải pháp này sẽ cho phép đạt được mức nhiệt độ cao hơn trong các buồng sấy mà không làm giảm hiệu suất của bơm nhiệt và có thể được áp dụng để nâng cao chất lượng gỗ sấy và rút ngắn thời gian sấy.

2.6.5 Lò chân không cao tần

Một giải pháp sấy gỗ tiên tiến là sấy chân không bằng hệ thống cao tần như minh họa trong hình 12 bên dưới.

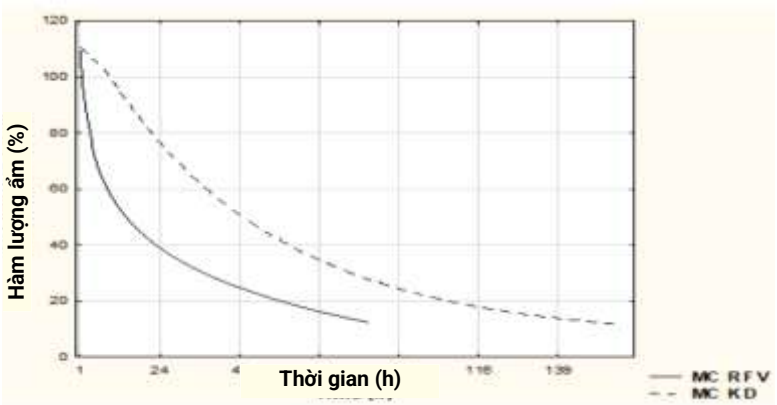
Sấy chân không cho phép luân chuyển hơi ẩm nhanh hơn từ tâm gỗ lên bề mặt, do đó giảm đáng kể thời gian sấy. Đặc biệt khi sấy các miếng gỗ dày, đây là một ưu điểm vì quy trình sấy bằng nhiệt truyền thống có thể mất rất nhiều thời gian.



Hình 12. Sấy chân không bằng kỹ thuật cao tần.

Với sấy chân không, chất lượng sản phẩm đạt được rất cao, giảm thiểu một số nhược điểm của sấy nhiệt truyền thống (màu sắc thay đổi, biến dạng gỗ, co ngót, v.v.).

Hình 13 dưới đây minh họa ví dụ về việc có thể rút ngắn thời gian sấy như thế nào với giải pháp sấy chân không cao tần (RFV) so với sấy hơi truyền thống (KD):



Hình 13. Thời gian sấy của giải pháp sấy chân không bằng kỹ thuật cao tần (RFV) so với sấy truyền thống (KD).

Nhược điểm của công nghệ này là chi phí đầu tư cao hơn nhiều so với lò gia nhiệt sử dụng hơi truyền thống.

Thông tin chi tiết thêm về các giải pháp tiên tiến nêu trên có thể tìm thấy trong các tài liệu tham khảo quốc tế[4].

[4] "Thử nghiệm sấy khô ván bạch đàn dày trong điều kiện chân không bằng cách sử dụng nhiệt tần số cao" được trình bày tại Hội thảo COST E15 lần thứ 4 "Phương pháp cải thiện chất lượng sấy gỗ", ngày 30-31 tháng 5 năm 2002 tại Tây Ban Nha.

3 Sàng lọc, kiểm toán và nghiên cứu khả thi

Thông thường, hoạt động sàng lọc năng lượng hoặc kiểm toán năng lượng trong doanh nghiệp chế biến gỗ sẽ giúp xác định những tổn thất năng lượng trước mắt và cơ hội để cải thiện hệ thống sấy, trạm lò hơi và phân phối hơi.

Từ những quan sát ban đầu này, nghiên cứu tiền khả thi chi tiết hơn có thể làm rõ những giải pháp cụ thể nào cần được xem xét trước khi nghiên cứu khả thi sẽ đưa ra phương án cuối cùng cho dự án cải tiến, có thể được trình bày cho ban lãnh đạo doanh nghiệp để đưa ra quyết định đầu tư cuối cùng (FID).

Cần lưu ý là quá trình quyết định cải tiến hệ thống sấy và lò hơi trong doanh nghiệp chế biến gỗ thường sẽ giải quyết nhiều vấn đề khác ngoài hiệu quả sử dụng năng lượng và chi phí nhiên liệu, chẳng hạn như công suất và chất lượng sản phẩm. Những nội dung này (lợi ích phi năng lượng) có thể đóng góp đáng kể vào kết quả tích cực của phương án đầu tư tổng thể và cần được nghiên cứu thêm để quyết định phương án thực hiện.

Nội dung của từng giai đoạn công việc đề xuất được mô tả chi tiết hơn trong các hướng dẫn được xây dựng trong khuôn khổ hoạt động hợp tác Đan Mạch-Việt Nam[5], dưới đây là phần mô tả tóm tắt.

3.1 Sàng lọc và kiểm toán năng lượng

Những đánh giá ban đầu về hệ thống sấy và cung cấp nhiệt có thể được thực hiện dưới dạng sàng lọc hoặc kiểm toán năng lượng theo các quy định pháp luật hiện hành của Việt Nam cũng như các hướng dẫn bổ sung[6]. Trong mọi trường hợp, mục đích của hoạt động này là lập bản đồ cân bằng năng lượng, hiệu suất và tổn thất của hệ thống sấy và cung cấp nhiệt, chủ yếu liên quan đến các phép đo được thực hiện để làm rõ hiện trạng vận hành.

Quá trình sàng lọc/kiểm toán nhằm mục đích lưu lại bằng văn bản dữ liệu được thu thập ban đầu và đánh giá về hiện trạng vận hành vì dữ liệu đó sẽ là nền tảng cho mọi công việc tiếp theo trong các giai đoạn sau.

Phụ lục 1 cung cấp bảng hỗ trợ thu thập dữ liệu ở giai đoạn này của dự án.

"Sấy gỗ bằng dòng điện tần số cao", báo cáo kỹ thuật do SWST – Hiệp hội Khoa học và Công nghệ Gỗ Quốc tế ban hành, Madison/Wisconsin, ISBN 978-0-9817876-1-9, 2009.

[5] https://media02.depp3.vn/Images/User/quantri/2025/6/2_vie-pre-fs_guideline_final_31.10.pdf
https://media02.depp3.vn/Images/User/quantri/2025/6/3_vie_ee_vietnam_drft_final_fs_guideline_final_06.12.pdf
https://media.depp3.vn/Images/User/duonght/2025/4/[vie]_cam_nang_cong_nghe_cho_lo_hoi_cong_nghiep_final.pdf

[6] https://media02.depp3.vn/Images/User/quantri/2025/6/1_vie-2023-11-06_vn_output_4_2023_-_energy_audit_guideline_final_24.10.pdf

3.1.1 Thu thập dữ liệu sinh khối ban đầu

Bước thu thập dữ liệu ban đầu cần cung cấp tổng quan về mức tiêu thụ năng lượng hàng năm cho hệ thống sấy và cung cấp nhiệt cùng với dữ liệu chính về nguyên liệu thô, sản lượng, số giờ vận hành, v.v.

Trong ngành công nghiệp chế biến gỗ, phế thải sinh khối (mùn cưa và chất thải) từ quá trình sản xuất được sử dụng rộng rãi làm nhiên liệu cho lò hơi. Việc thu thập dữ liệu ban đầu nhằm mục đích thiết lập cân bằng sinh khối tổng thể cho cơ sở, cụ thể là:

- Lượng gỗ nhận về để làm nguyên liệu sản xuất?
- Lượng gỗ rời khỏi nhà máy dưới dạng thành phẩm?
- Lượng nước được loại bỏ khỏi gỗ trong quá trình sấy?
- Lượng gỗ thải được tạo ra từ quá trình sản xuất gỗ?
    - Mùn cưa từ quá trình cắt và bào gỗ, v.v.
    - Các mẩu gỗ cắt ra trong quá trình sản xuất
    - Phế liệu gỗ sau kiểm tra chất lượng
    - Phế liệu gỗ xuất hoặc nhập
- Hàm lượng nước ước tính trong gỗ được đốt

Cùng với bước cân bằng khối lượng này, cần đánh giá giá trị sinh khối được đốt (VNĐ/năm) để có bức tranh rõ ràng về chi phí vận hành năng lượng hiện tại của lò hơi và hệ thống sấy. Hoạt động này cũng bao gồm thu thập dữ liệu về mức tiêu thụ điện hiện tại của thiết bị sấy.

3.1.2 Đánh giá hệ thống sấy

Quá trình sàng lọc/kiểm toán năng lượng cần thu thập thêm thông tin chi tiết về hệ thống sấy, ví dụ như những thông tin được trình bày trong bảng dưới đây.

Hệ thống sấy		Dữ liệu/Nhận xét
	Số lượng buồng sấy	
	Tuổi thọ của buồng sấy	
	Khối lượng gỗ mỗi buồng	
	Số mẻ sấy hàng năm	
	Đặc điểm của hệ thống điều khiển	

Hệ thống sấy		Dữ liệu/Nhận xét
	- Số lượng đầu dò để kiểm soát độ ẩm và nhiệt độ - Điều khiển van gió thủ công hoặc tự động - V.v.	
	Đặc điểm của hệ thống quạt trong thiết bị sấy - Quạt hiệu suất cao hay thấp - Quạt có tốc độ thay đổi - Có cánh dẫn hướng - Vận hành với luồng không khí đảo ngược - V.v.	
	Khả năng bảo ôn của buồng sấy có hiệu quả không (theo cảm quan)	
	Bảo ôn vách, mái, cửa và sàn (nhiệt độ bề mặt)	
	Chất lượng sấy khô (tỷ lệ phế liệu gỗ theo kinh nghiệm)	

Bảng 1. Thu thập số liệu buồng sấy

Từ những quan sát này, cần đánh giá mức độ thất thoát và độ không chính xác trong hoạt động của thiết bị sấy, ví dụ cần xem xét các yếu tố sau:

- Thất thoát nhiệt từ bề mặt có đáng kể không và liệu có thể giảm không?
- Các buồng sấy có bị rò rỉ không khí ra xung quanh không và có cần bảo ôn kín hơn không?
- Có quan sát thấy thời gian sấy kéo dài do vận hành không chính xác không?
- Hệ thống quạt và cánh dẫn hướng có kết cấu quá đơn giản để đảm bảo phân phối không khí tối ưu hay không?
- Quạt và động cơ/biến tần có hiệu suất cao hay thấp?
- Luồng không khí có thể thay đổi và đảo ngược trong một mẻ không?

Cần đánh giá thất thoát ước tính từ mỗi khu vực như vậy để kết luận liệu các buồng sấy có được vận hành với mức thất thoát cao và cần thu hồi hoặc thậm chí thay thế bằng công nghệ mới và tốt hơn hay không.

Bên cạnh những quan sát tức thời về hiệu quả sử dụng năng lượng của các buồng sấy, những thách thức khác trong hoạt động vận hành các buồng sấy này cần được xem xét kỹ, ví dụ như hạn chế về công suất, vấn đề chất lượng, bảo trì, khó khăn về hậu cần trong việc tải, dỡ tải của buồng sấy, những hạn chế liên quan đến nguồn cung ứng nguyên liệu thô, v.v.

Cần tìm hiểu đầy đủ những khía cạnh này vì việc tối ưu hóa thiết bị sấy thường có tác động đến nhiều vấn đề khác ngoài hiệu quả năng lượng.

3.1.3 Đánh giá hệ thống cung cấp và phân phối nhiệt

Trong quá trình sàng lọc/kiểm toán năng lượng, hệ thống cung cấp và phân phối nhiệt hiện tại cũng phải được đánh giá kỹ càng để xác định các hệ thống này có được vận hành với hiệu suất năng lượng phù hợp hay không.

Cẩm nang Công nghệ cho lò hơi và hệ thống nhiệt[7] cung cấp hướng dẫn về tổn thất năng lượng trong lò hơi công nghiệp và nên tham khảo Cẩm nang khi thực hiện lập bản đồ năng lượng ban đầu.

Bên cạnh các vấn đề về hiệu quả năng lượng, các vấn đề bảo trì, sự cố và thách thức trong vận hành lò hơi và hệ thống phân phối nhiệt cũng cần được làm rõ để xác định đầy đủ nhu cầu cải tạo hoặc thậm chí thay thế các giải pháp hiện tại.

3.1.4 Báo cáo của hoạt động sàng lọc/ kiểm toán năng lượng

Quá trình sàng lọc ban đầu/ kiểm toán năng lượng cần trình bày và ghi lại bằng văn bản các kết quả sau:

- Bản tóm tắt dữ liệu được thu thập cho thiết bị sấy và hệ thống gia nhiệt, bao gồm số liệu đo.
- Tổng quan về thất thoát và hiệu suất của các cấu phần thiết bị, ví dụ như buồng sấy, hệ thống phân phối nhiệt và lò hơi.
- Đánh giá tiềm năng sử dụng năng lượng hiệu quả, mô tả bằng giải pháp đề xuất, mức tiết kiệm năng lượng tiềm năng, vốn đầu tư và thời gian hoàn vốn dự kiến.
- Ước tính ban đầu về "các lợi ích phi năng lượng" có liên quan, như lợi ích tiềm năng về công suất, chất lượng sản phẩm, bảo trì, tính linh hoạt, v.v. nếu thực hiện một số giải pháp được đề xuất.
- Đề xuất các công việc tiếp theo cần ưu tiên thực hiện để có được ước tính chính xác hơn về chi phí và lợi ích đầu tư cho các giải pháp cải thiện hiệu quả năng lượng có tiềm năng lớn nhất.

[7] https://media.depp3.vn/Images/User/duonght/2025/4/[vie]_cam_nang_cong_nghe_cho_lo_hoi_cong_nghiep_final.pdf

Kết quả sàng lọc/ kiểm toán năng lượng phải được báo cáo cấp quản lý để thảo luận về các phát hiện và đảm bảo các giải pháp đề xuất hài hòa với các kế hoạch khác của nhà máy (mở rộng, phát triển thị trường, các vấn đề về chuỗi cung ứng, v.v.).

Dựa trên những nội dung trình bày trên, cần đưa ra kết luận về các bước tiếp theo.

3.2 Nghiên cứu tiền khả thi

Nghiên cứu tiền khả thi được tiến hành để mô tả và so sánh chính xác hơn các giải pháp tối ưu hóa hệ thống sấy và cung cấp nhiệt tại nhà máy được xem xét.

Mục đích của nhiệm vụ này là xác định, lượng hoá và so sánh các giải pháp cụ thể về công nghệ, chi phí đầu tư (CAPEX), chi phí vận hành (OPEX) để trình bày cho ban lãnh đạo công ty xem xét, thảo luận.

Nên tham khảo hướng dẫn chung về nghiên cứu tiền khả thi được xây dựng trong khuôn khổ hoạt động nghiên cứu hợp tác giữa Đan Mạch và Việt Nam để trình bày các phương án kinh doanh thay thế.

3.2.1 Cơ sở thiết kế

Ở giai đoạn này, điều quan trọng là phải xác định được cơ sở thiết kế cho (các) dự án, nghĩa là cơ sở để đưa ra các kỳ vọng về sự vận hành hiện tại và trong tương lai của các phương án đề xuất.

Cơ sở thiết kế thường bao gồm:

- Bản tóm tắt về hiện trạng vận hành và những yếu tố thách thức dẫn đến cần thực hiện dự án cải tạo
- Kỳ vọng về sản lượng hiện tại và tương lai của hệ thống liên quan trong nhà máy
- Kỳ vọng về nhu cầu năng lượng hiện tại và tương lai
- Kỳ vọng về giá năng lượng hiện tại và tương lai
- Kỳ vọng về chi phí giảm phát thải CO2 dự kiến
- Kỳ vọng về yêu cầu trung hòa carbon của khách hàng và trong chuỗi cung ứng

Các nội dung khác có thể quan trọng đối với cơ sở thiết kế. Nhìn chung, cần ghi lại dữ liệu bằng văn bản dưới dạng bản tóm tắt hoặc báo cáo để làm cơ sở cho các công việc tiếp theo.

3.2.2 Chiến lược giải pháp

Đối với hệ thống sấy và cung cấp nhiệt trong ngành chế biến gỗ, cần xem xét một loạt giải pháp tổng thể trong giai đoạn này của dự án, ví dụ:

- Có nên cải tạo hệ thống sấy hiện tại để nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng?

- Giải pháp cải tạo buồng sấy có mang lại lợi ích nào khác ngoài hiệu quả sử dụng năng lượng?
- Có cần thay thế một phần hoặc toàn bộ các buồng sấy cũ và hoạt động kém hiệu quả bằng các buồng sấy mới không?
- Buồng sấy và công nghệ mới có giúp nhà máy sấy một số sản phẩm hiệu quả hơn không?
- Những lợi ích phi năng lượng của quá trình sấy (công suất, chất lượng, v.v.) có thể đạt được?
- Có thể thay đổi môi chất gia nhiệt từ hơi sang nước nóng để giảm thất thoát không?
- Có nên cải tạo trạm lò hơi để nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng?
- Giải pháp tận dụng nhiệt thải có thể được tích hợp vào hệ thống cung cấp năng lượng đã được cải tạo không?
- Liệu có thể áp dụng công nghệ bơm nhiệt – ít nhất là đối với một số nguyên liệu thô – nhằm:
    - giảm chi phí năng lượng?
    - rút ngắn thời gian sấy?
    - nâng cao chất lượng sản phẩm?
- Sấy chân không bằng kỹ thuật cao tần có phù hợp với một số sản phẩm không?
- V.v.

Dựa trên kết quả đánh giá các giải pháp nêu trên, cần đưa ra kết luận về các chiến lược giải pháp ưu tiên về hiệu quả năng lượng để tiếp tục triển khai, đồng thời cần xem xét thêm các lợi ích phi năng lượng, tham khảo phần dưới đây.

3.2.3 Lợi ích phi năng lượng

Lợi ích phi năng lượng của giải pháp cải tạo hoặc thay thế buồng sấy và nguồn cung cấp nhiệt có thể bao gồm nhiều khía cạnh, ví dụ:

- Công ty có nhu cầu tăng công suất sản xuất không?
- Để ra mắt sản phẩm mới, có phải sử dụng công nghệ sản xuất mới không?
- Công ty có thường xuyên phải dừng sản xuất do nguồn cung cấp nhiệt bị sự cố không?
- Công ty có đang gặp khó khăn trong việc đảm bảo chất lượng sản phẩm không?
- Chi phí bảo trì và nhân công hiện tại có quá cao so với thông lệ tốt nhất không?

- Thị trường có nhu cầu tăng cường sản xuất bền vững hay thậm chí là trung hoà carbon không?

Giá trị của các lợi ích phi năng lượng cần được đánh giá từ góc độ kinh tế ở giai đoạn phát triển dự án này và có thể quan trọng bằng, hoặc thậm chí quan trọng hơn, lợi ích từ việc cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng.

Do đó, các lợi ích kinh tế có thể phải đánh giá từ các thông số sau:

- Lợi ích kinh tế khi giảm thời gian chu kỳ sấy 30% là gì?
- Giá trị từ việc giảm độ co ngót khi sấy từ 10% xuống 6% là bao nhiêu?

Nhiều câu hỏi nêu trên có tính chất "phi kỹ thuật" và do đó, kiểm toán viên năng lượng và công ty cần cân nhắc huy động sự tham gia của các chuyên gia về sản phẩm và chuyên gia ngành để xác định các lợi ích bổ sung – các chuyên gia này sẽ được huy động trong nội bộ công ty, trụ sở chính hoặc thuê ngoài dưới hình thức tư vấn độc lập.

Cùng với những ước tính về lợi ích phi năng lượng, các rủi ro trước mắt của dự án cũng cần được xác định và thảo luận - ví dụ như diễn biến thị trường bất ổn, những thay đổi trong cơ cấu sản phẩm và nguyên liệu thô, quy định pháp lý mới, khó khăn trong việc xin giấy phép xây dựng và giấy phép môi trường, v.v.

3.2.4 Đánh giá NPV (Giá trị hiện tại ròng)

Đối với các chiến lược giải pháp/các phương án đang xem xét, cần đánh giá giá trị hiện tại ròng (NPV) để so sánh tổng chi phí đầu tư và vận hành trong một khoảng thời gian phù hợp – ví dụ 10 năm.

Từng phương án sẽ được xem xét theo phương pháp đánh giá NPV về các vấn đề sau:

- Chi phí đầu tư (CAPEX)
- Chi phí vận hành (OPEX) cho:
    - Năng lượng
    - Bảo trì
    - Nhân công
    - Các hạng mục khác có liên quan
- Thu nhập từ các lợi ích khác (công suất, chất lượng, v.v.)

Thông thường, cách tiếp cận NPV cho phép so sánh các giải pháp có CAPEX cao và OPEX thấp với giải pháp CAPEX thấp và OPEX cao sao cho tổng chi phí cả vòng đời dự án cho các giải pháp thay thế có thể được so sánh với nhau.

Tại giai đoạn phát triển dự án này, quá trình thảo luận với các nhà cung cấp sẽ được bắt đầu để có được ước tính chính xác hơn về các giải pháp cũng như chi phí đầu tư và vận hành đi kèm.

Ở giai đoạn này, cũng có thể bắt đầu quá trình thảo luận với các ngân hàng về các phương án tài chính, vì có một số cơ hội vay vốn cho giải pháp bền vững có thể có điều kiện tốt hơn các khoản vay truyền thống.

Từng chiến lược giải pháp phù hợp sẽ được trình bày, bao gồm dữ liệu CAPEX, OPEX, TCO, ROI và thời gian hoàn vốn.

3.2.5 Họp ban lãnh đạo

Trên cơ sở nghiên cứu tiền khả thi, có thể sắp xếp cuộc họp với ban lãnh đạo công ty để trình bày kết quả phân tích và đưa ra kết luận về một phương án ưu tiên để tiếp tục nghiên cứu.

3.3 Nghiên cứu khả thi

Mặc dù công việc ở giai đoạn tiền khả thi chủ yếu tập trung vào quá trình ra quyết định trong nội bộ nhà máy, các giai đoạn tiếp theo của dự án sẽ có trọng tâm khác, với sự tham gia của các bên liên quan ngoài nhà máy như nhà cung cấp, chính quyền địa phương cũng như các tổ chức tài chính. Giai đoạn này nhằm trình bày cho ban lãnh đạo công ty phương án cuối cùng để có thể đưa ra Quyết định đầu tư cuối cùng (FID).

Tại bước này, cần chuẩn bị thiết kế giải pháp sơ bộ và đưa ra các kỳ vọng chính xác về mức đầu tư (CAPEX) và chi phí vận hành (OPEX).

3.3.1 Phạm vi dự án

Hoạt động đầu tiên trong giai đoạn khả thi là xác định phạm vi của dự án.

Một dự án có thể bao gồm hệ thống sấy và/hoặc hệ thống sản xuất nhiệt, nhưng thông thường các dự án cải tạo hoặc thay thế sẽ liên quan đến nhiều hoạt động và khu vực khác, ví dụ:

- Công trình xây dựng
- Công trình điện
- Đường ống và phụ tùng đi kèm
- Hệ thống tự động hóa
- Hệ thống xử lý nước
- V.v.

Phạm vi dự án cần mô tả chi tiết các cấu phần thuộc phạm vi dự án và ai chịu trách nhiệm thực hiện công việc đối với từng khu vực liên quan.

3.3.2 (Các) nhà cung cấp được ưu tiên lựa chọn

Để có được thông tin chính xác về các giải pháp cụ thể, chi phí đầu tư và chi phí vận hành dự kiến, thông thường doanh nghiệp sẽ bắt đầu trao đổi với các nhà cung cấp liên quan.

Đối với một số lĩnh vực - ví dụ như công trình điện - công ty rất có thể đã có nhà cung cấp được ưu tiên, trong khi với một số lĩnh vực khác, có thể phải xác định nhà cung cấp mới.

Nên tạo điều kiện cho các nhà cung cấp tham gia vào quá trình phát triển dự án ở mức độ có thể trình bày thiết kế giải pháp sơ bộ cùng với dữ liệu về công suất và bản vẽ cho tất cả các thiết bị và hệ thống lắp đặt chính.

Đối với các dự án đầu tư lớn, có thể cần đến chuyên gia tư vấn bên ngoài để chuẩn bị Báo cáo nghiên cứu khả thi và hồ sơ mời thầu.

3.3.3 Thiết kế giải pháp sơ bộ

Cần xây dựng các bản vẽ và ảnh 3D để trình bày thiết kế giải pháp trực quan cho giải pháp ưu tiên được chọn.

Thông thường, một giải pháp ưu tiên sẽ bao gồm một kịch bản chính và các kịch bản phụ cần xem xét thêm nhằm lựa chọn giải pháp phù hợp nhất cho công ty.

Kịch bản chính và các kịch bản phụ cần được mô tả về chi phí đầu tư và chi phí vận hành để ban lãnh đạo công ty có thể quyết định lựa chọn phương án ưu tiên.

Tuy nhiên, ở giai đoạn này, các nhà cung cấp cần tham gia vào quá trình phát triển dự án ở mức độ có thể trình bày các giải pháp ưu tiên, còn quy trình đấu thầu ở giai đoạn sau sẽ cho phép công ty lựa chọn nhà cung cấp có giải pháp phù hợp nhất.

3.3.4 Nguồn tài chính từ ngân hàng

Đối với các dự án cải tạo hoặc thay thế quy mô lớn, công ty thường cần tìm kiếm nguồn tài chính từ bên ngoài cho các khoản đầu tư.

Cần chuẩn bị báo cáo nghiên cứu khả thi tóm tắt để làm việc với các tổ chức tài chính.

3.3.5 Quyết định đầu tư cuối cùng (FID)

Trên cơ sở báo cáo nghiên cứu khả thi và đề xuất tài chính từ các tổ chức tài chính phù hợp, ban lãnh đạo công ty có thể đưa ra quyết định cuối cùng về dự án được chọn.

CỤC ĐỔI MỚI SÁNG TẠO, CHUYỂN ĐỔI XANH VÀ KHUYẾN CÔNG
BỘ CÔNG THƯƠNG

54 Hai Bà Trưng, phường Cửa Nam, Hà Nội
024. 2220 5528