

TÀI LIỆU

HƯỚNG DẪN KỸ THUẬT
NÂNG CAO HIỆU QUẢ SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG
NGÀNH CÔNG NGHIỆP BIA

CONTENTS

CONTENTS.....	i
DANH MỤC HÌNH.....	iii
DANH MỤC BẢNG.....	iv
1. CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU	1
1.1. Mục tiêu tài liệu	1
1.2. Đối tượng sử dụng	1
1.3. Tiêu chuẩn tài liệu.....	2
1.4. Nội dung tài liệu.....	2
2. CHƯƠNG 2. NGÀNH CÔNG NGHIỆP SẢN XUẤT BIA VIỆT NAM	3
2.1. Bối cảnh.....	3
2.1.1. Hoạt động sản xuất bia.....	3
2.1.2. Doanh nghiệp ngành sản xuất bia	6
2.1.3. Năng lượng sử dụng	8
2.2. Xu hướng.....	12
2.2.1. Thay đổi trong sản phẩm và quá trình sản xuất.....	12
2.2.2. Công nghệ và thiết bị hiệu quả năng lượng trong sản xuất bia	13
2.2.3. Thực hành tốt trong cải thiện hiệu quả năng lượng	14
3. CHƯƠNG 3. HOẠT ĐỘNG SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG TRONG SẢN XUẤT BIA	16
3.1. Dòng năng lượng	16
3.2. Công đoạn chuẩn bị nguyên liệu.....	17
3.3. Công đoạn hồ hóa.....	18
3.4. Công đoạn đường hóa	18
3.5. Công đoạn lọc và rửa bã hèm	19
3.6. Công đoạn nấu hoa bia	19
3.7. Công đoạn lắng nóng	20
3.8. Công đoạn làm lạnh dịch nha	20
3.9. Công đoạn lên men.....	21
3.10. Công đoạn thu hồi CO ₂	21
3.11. Công đoạn lọc trong, pha bia và bão hòa CO ₂	22
3.12. Công đoạn tách cồn.....	22
3.13. Công đoạn chiết rót bia.....	23
3.14. Công đoạn thanh trùng bia chai thủy tinh, bia lon	24
3.15. Công đoạn thanh trùng bia hơi	24
3.16. Các hệ thống phụ trợ.....	25
3.16.1. Hệ thống CIP	25
3.16.2. Xử lý nước cấp	26
3.16.3. Lò hơi và hệ thống phân phối hơi.....	26
3.16.4. Hệ thống lạnh	28

3.16.5. Hệ thống khí nén	29
3.16.6. Xử lý nước thải	31
CHƯƠNG 4: CÁC CÔNG NGHỆ CẢI THIẾN HIỆU QUẢ NĂNG LƯỢNG TRONG NGÀNH CÔNG NGHIỆP BIA	33
4.1. Nghiền ẩm.....	34
4.2. Thiết bị Jet cooker.....	35
4.3. Thiết bị lọc Mash Filter cho quá trình lọc và rửa bã hèm	36
4.4. Giảm tỷ lệ bay hơi trong quá trình nấu hoa.....	38
4.5. Gia nhiệt dịch đường trước nồi nấu hoa	40
4.6. Dùng cao hoa để giảm thời gian nấu hoa	41
4.7. Lên men liên tục.....	42
4.8. Thanh trùng bằng màng lọc	45
4.9. Công nghệ ECA cho hệ thống CIP.....	48
4.10. Lắp đặt VFD cho các hệ thống máy nén lạnh	49
4.11. Máy lạnh hấp thụ	52
4.12. Giảm rò rỉ khí nén.....	53
4.13. Lắp đặt bộ điều khiển trung tâm cho hệ thống khí nén.....	54
4.14. Lắp đặt biến tần VFD cho máy nén khí.....	54
4.15. Thu hồi nhiệt lượng khói thải lò hơi.....	55
4.16. Thu hồi khí biogas từ hệ thống xử lý nước thải làm nhiên liệu cho nồi hơi	56
CHƯƠNG 5: QUY TRÌNH THỰC HIỆN CÁC GIẢI PHÁP HIỆU QUẢ NĂNG LƯỢNG	59
5.1. Bước 1. Chuẩn bị.....	59
5.2. Bước 2. Đánh giá hiện trạng sử dụng năng lượng.....	61
5.3. Bước 3. Đề xuất và lựa chọn giải pháp cải tiến.....	62
5.4. Bước 4. Triển khai các giải pháp	65
5.5. Bước 5. Theo dõi và đánh giá hiệu quả	66
5.6. Bước 6. Duy trì và cải tiến.....	67
TÀI LIỆU THAM KHẢO	68

DANH MỤC HÌNH

Hình 2.1. Cơ cấu sản phẩm bia Việt Nam giai đoạn 2019-2022	3
Hình 2.2. Sản lượng bia ở Việt Nam giai đoạn 2018-2023	4
Hình 2.3. Dữ liệu xuất nhập khẩu sản phẩm bia giai đoạn 2018 - 2023	4
Hình 2.4. Quy trình sản xuất bia	5
Hình 2.5. Quy mô các nhà sản xuất bia ở Việt Nam	6
Hình 2.6. Năng lượng tiêu thụ theo quy mô công suất bia	7
Hình 2.7. Tỷ trọng sản lượng của các nhà sản xuất bia Việt Nam giai đoạn 2019 - 2022	7
Hình 2.8. Năng lượng tiêu thụ và phát thải KNK của ngành bia Việt Nam giai đoạn 2019-2021	8
Hình 2.9. Tổng năng lượng, mức năng lượng sử dụng ngành sản xuất bia	9
Hình 2.10. Cơ cấu năng lượng sử dụng ngành bia	9
Hình 2.11. Mức sử dụng năng lượng của các nhóm quy mô công suất	10
Hình 2.12. Tổng phát thải KNK ngành sản xuất bia	10
Hình 2.13. Sự chuyển dịch dòng sản phẩm ngành bia giai đoạn 2010-2012 và 2019-2022	12
Hình 2.14. Mức sử dụng năng lượng năm 2022 của các đơn vị sản xuất bia Việt Nam theo nhóm quy mô	15
Hình 3.1. Dòng năng lượng quá trình sản xuất bia	16

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1. Định mức sử dụng năng lượng theo thông tư 28/2024/TT-BCT	11
--	----

1. CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU

1.1. Mục tiêu tài liệu

Nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng không chỉ là mục tiêu chung của các doanh nghiệp sản xuất nhằm tiết giảm chi phí, mà còn là yêu cầu tuân thủ các quy định của Nhà nước về sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả và giảm phát thải khí nhà kính. Trong ngành công nghiệp sản xuất bia, năm 2024, Bộ Công Thương đã ban hành Thông tư số 28/2024/TT-BCT quy định định mức sử dụng năng lượng mới, thay thế cho định mức ban hành tại Thông tư số 19/2016/TT-BCT trước đó. Quy định mới được kỳ vọng sẽ thúc đẩy các doanh nghiệp sản xuất bia tích cực triển khai các giải pháp cải tiến nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng.

Tuy nhiên, trên thực tế, ngoài hạn chế về năng lực tài chính, việc thiếu hướng dẫn kỹ thuật cụ thể cũng là một trong những rào cản đáng kể đối với việc triển khai các hoạt động cải tiến hiệu quả năng lượng, đặc biệt là đối với các doanh nghiệp vừa và nhỏ trong nước.

Xuất phát từ thực tiễn đó, trong khuôn khổ Dự án ***“Thúc đẩy thị trường đầu tư hiệu quả vào năng lượng trong lĩnh vực công nghiệp và hỗ trợ thực hiện Kế hoạch hành động quốc gia về tăng trưởng xanh của Việt Nam”*** do Chính phủ Hàn Quốc tài trợ thông qua Cơ quan Hợp tác quốc tế Hàn Quốc (KOICA), Bộ Công Thương đã triển khai xây dựng ***“Tài liệu hướng dẫn kỹ thuật nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng trong ngành bia”***, với mục tiêu:

- Giới thiệu các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả phù hợp với đặc thù ngành sản xuất bia tại Việt Nam;
- Hướng dẫn cách triển khai các giải pháp hiệu quả năng lượng trong thực tiễn sản xuất;
- Hỗ trợ doanh nghiệp ngành bia tuân thủ quy định về định mức sử dụng năng lượng theo Thông tư 28/2024/TT-BCT về Quy định định mức sử dụng năng lượng trong ngành công nghiệp sản xuất bia và đồ uống không cồn.

1.2. Đối tượng sử dụng

Tài liệu hướng dẫn kỹ thuật nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng ngành sản xuất bia được xây dựng phục vụ các nhóm đối tượng sử dụng như sau:

- **Người quản lý năng lượng trong các nhà máy sản xuất bia:** hỗ trợ nhận diện tiềm năng tiết kiệm năng lượng và lựa chọn các giải pháp phù hợp với điều kiện thực tế của doanh nghiệp.
- **Cán bộ Quản lý năng lượng và công nghiệp các cấp:** hỗ trợ công tác theo dõi, kiểm tra và thúc đẩy thực hiện các cam kết về sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả và giảm phát thải khí nhà kính.
- **Chuyên gia tư vấn năng lượng:** tài liệu tham khảo trong quá trình đánh giá, đề xuất giải pháp và lập báo cáo kiểm toán năng lượng cho các cơ sở sản xuất bia.
- **Các tổ chức tài chính:** hỗ trợ việc đánh giá hồ sơ vay vốn của doanh nghiệp sản xuất bia trong các dự án đầu tư nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng.
- **Các cơ sở đào tạo, trường đại học:** có thể sử dụng như tài liệu giảng dạy và tham khảo về các giải pháp sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trong lĩnh vực sản xuất công nghiệp.

1.3. Tiêu chuẩn tài liệu

Tài liệu hướng dẫn kỹ thuật được xây dựng dựa trên 05 nguyên tắc chính:

- **Tính khả thi:** Phù hợp với quá trình sản xuất của các doanh nghiệp trong nước;
- **Dựa trên dữ liệu thực tế:** Thu thập từ các báo cáo kiểm toán năng lượng, thống kê tiêu thụ năng lượng và công nghệ đang áp dụng tại Việt Nam và quốc tế;
- **Tính định lượng:** Cung cấp các chỉ số hiệu quả năng lượng, mức sử dụng năng lượng, tiềm năng tiết kiệm năng lượng, ...;
- **Phù hợp quy mô công suất:** Cân nhắc đến sự khác biệt trong công nghệ, thiết bị của các nhóm quy mô công suất;
- **Có khả năng điều chỉnh, bổ sung trong tương lai:** Bố cục tài liệu theo từng công đoạn giúp loại bỏ/bổ sung khi quy trình sản xuất thay đổi.

1.4. Nội dung tài liệu

- **CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU**
 - Mục tiêu tài liệu;
 - Đối tượng sử dụng;
 - Tiêu chuẩn tài liệu.
- **CHƯƠNG 2. NGÀNH CÔNG NGHIỆP SẢN XUẤT BIA VIỆT NAM**
 - Bối cảnh ngành sản xuất bia Việt Nam: Sản lượng, các loại sản phẩm, số lượng doanh nghiệp, sử dụng năng lượng và phát thải khí nhà kính;
 - Xu hướng phát triển: Những thay đổi về sản phẩm và quá trình sản xuất, công nghệ và thiết bị hiệu quả năng lượng.
- **CHƯƠNG 3. HOẠT ĐỘNG SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG TRONG SẢN XUẤT BIA**
 - Dòng năng lượng trong sản xuất bia
 - Nhu cầu sử dụng và tiềm năng tiết kiệm năng lượng trong các công đoạn sản xuất bia và các hệ thống phụ trợ.
- **CHƯƠNG 4. CÔNG NGHỆ HIỆU QUẢ NĂNG LƯỢNG TRONG SẢN XUẤT BIA**
 - Cập nhật những công nghệ/thiết bị/giải pháp tiết kiệm năng lượng trong sản xuất bia.
- **CHƯƠNG 5. TRIỂN KHAI ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ HIỆU QUẢ NĂNG LƯỢNG TRONG NHÀ MÁY SẢN XUẤT BIA.**
 - Cung cấp quy trình đánh giá hiện trạng, triển khai, đánh giá hiệu quả.

2. CHƯƠNG 2. NGÀNH CÔNG NGHIỆP SẢN XUẤT BIA VIỆT NAM

2.1. Bối cảnh

Ngành công nghiệp Bia là ngành sản xuất các sản phẩm bia từ mạch nha (malt) và gạo, bao gồm cả sản phẩm bia không cồn. Ngành này được xác định theo mã ngành 1103 trong Hệ thống ngành kinh tế Việt Nam (Quyết định số 27/2018/QĐ-TTg) và Hệ thống ngành sản phẩm Việt Nam (Quyết định số 43/2018/QĐ-TTg).

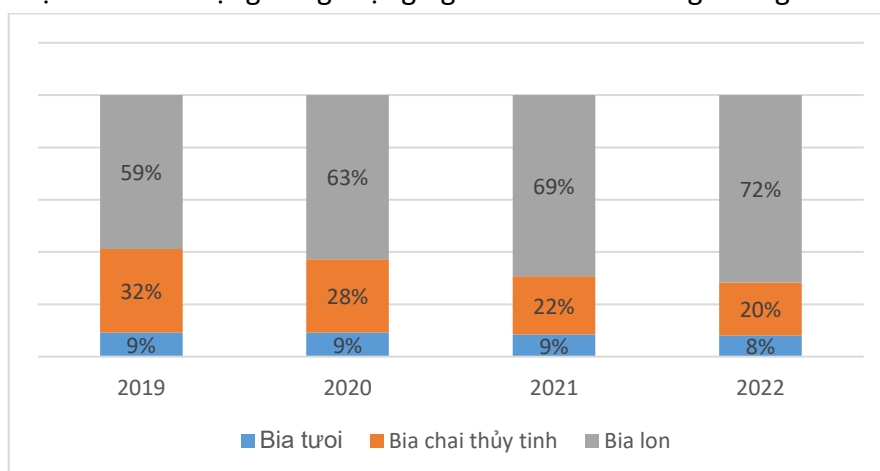
2.1.1. Hoạt động sản xuất bia

Loại sản phẩm và hình thức bao gói

Theo phương pháp lên men, bia có thể chia làm hai dòng là bia lager và bia ale. Ở Việt Nam, bia lager là dòng sản phẩm phổ biến của tất cả các nhà máy bia. Dòng bia ale chỉ được sản xuất thủ công hoặc ở một vài cơ sở công nghiệp. Có thể phân loại các dòng bia lager ở Việt Nam theo công đoạn sản xuất và hình thức đóng gói như sau:

- **Bia đóng chai thủy tinh:** dòng sản phẩm bia có nồng độ cồn 4,5-6% đóng gói trong chai thủy tinh, trải qua công đoạn thanh trùng trong hầm và có hạn sử dụng từ 9 tháng đến 1 năm.
- **Bia đóng lon:** tương tự bia đóng chai thủy tinh, chỉ khác về hình thức bao gói là lon nhôm.
- **Bia hơi đóng keg:** dòng sản phẩm bia có nồng độ cồn 3-4,5%, không trải qua công đoạn thanh trùng, có hạn sử dụng 2-3 ngày và được bơm vào keg để vận chuyển.
- **Bia hơi đóng chai PET, lon, chai thủy tinh:** dòng sản phẩm bia có nồng độ cồn 3-4,5%, trải qua công đoạn thanh trùng nhanh 7 giây, có hạn sử dụng 3 tháng và được bao gói bằng chai PET, lon nhôm hoặc chai thủy tinh.
- **Bia không cồn:** dòng sản phẩm bia không có cồn hoặc nồng độ cồn rất thấp khoảng 0,5%.

Dòng sản phẩm bia tươi sản xuất thủ công có sản lượng rất nhỏ và không được đề cập vào trong tài liệu này. Dòng sản phẩm bia không cồn có sản lượng rất thấp và chỉ có 2 nhà máy sản xuất, tuy nhiên do xu hướng tiêu dùng, bia không cồn vẫn được đưa vào thông tư 28/2024/TT-BCT quy định định mức sử dụng năng lượng ngành bia và đồ uống không cồn.



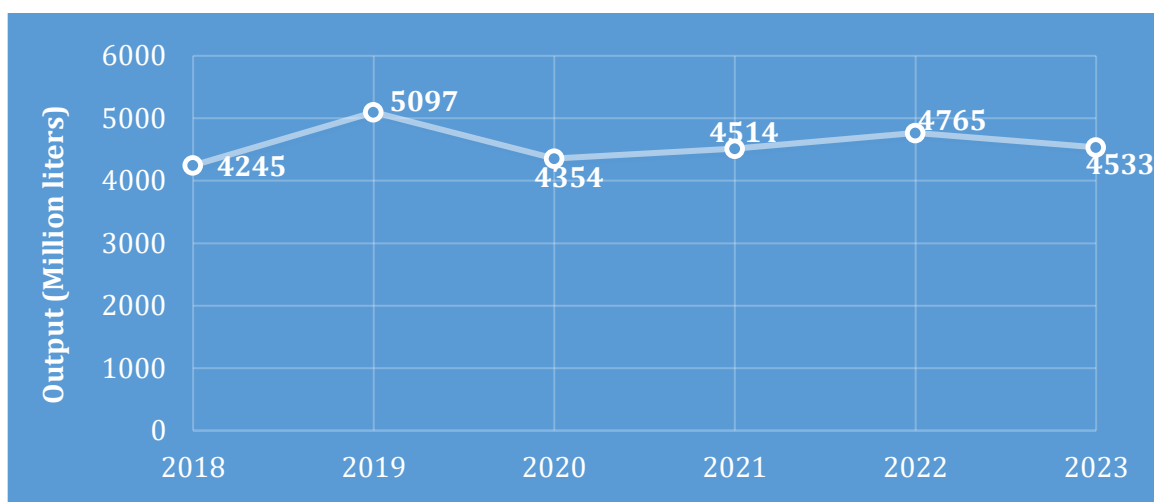
(Nguồn: Dự án rà soát định mức ngành bia và đồ uống không cồn, Bộ Công Thương, 2022)

Hình 2.1. Cơ cấu sản phẩm bia Việt Nam giai đoạn 2019-2022

Có sự chuyển dịch trong cơ cấu các loại sản phẩm bia trong giai đoạn 2019-2022. Trong khi bia hơi vẫn duy trì tỷ lệ ổn định 8-9%, có sự chuyển dịch từ sản phẩm bia chai thủy tinh (32% xuống 20%) sang bia lon (59% lên 72%).

Sản lượng

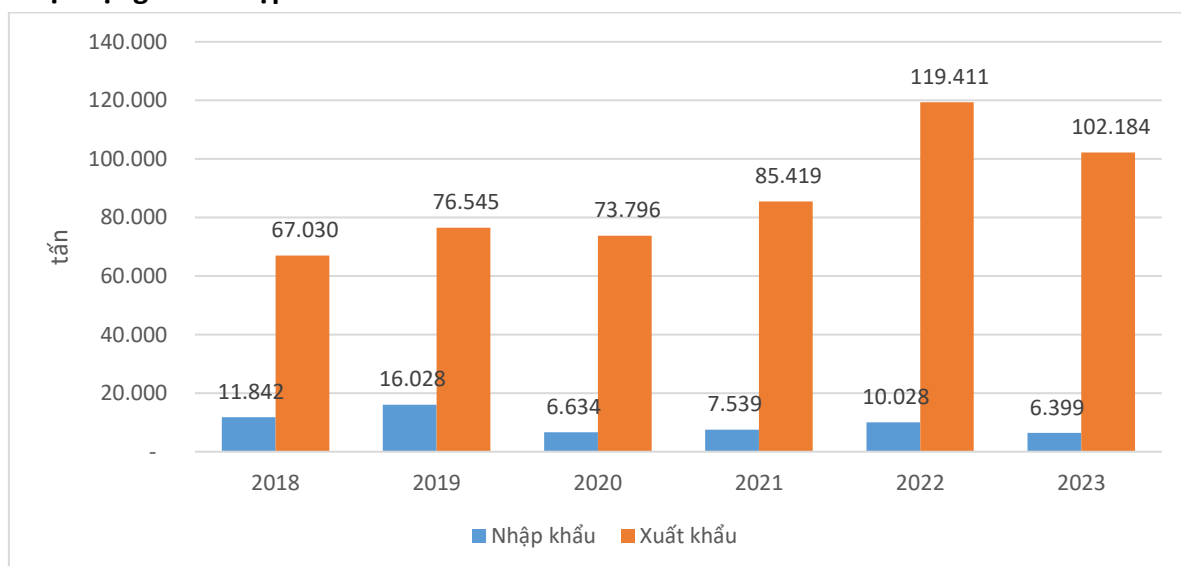
Năm 2019, sản lượng bia của Việt Nam đạt khoảng 5,1 tỷ lít, vượt mục tiêu đề ra là 4,1 tỷ lít vào năm 2020 và 4,6 tỷ lít vào năm 2025 theo Quyết định số 3690/QĐ-BCT về việc phê duyệt “Quy hoạch phát triển ngành bia, rượu, nước giải khát Việt Nam đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2035” do Bộ Công Thương ban hành. Tuy nhiên, từ năm 2020 đến nay, sản lượng ngành bia ghi nhận xu hướng suy giảm do ảnh hưởng của Nghị định số 100/2019/NĐ-CP quy định xử phạt hành chính đối với hành vi vi phạm nồng độ cồn khi điều khiển phương tiện giao thông, cùng với tác động của dịch bệnh Covid-19. Năm 2020, sản lượng bia giảm còn khoảng 4,3 tỷ lít. Mặc dù đã có sự phục hồi trong giai đoạn 2021–2023, sản lượng ngành bia vẫn chưa trở lại mức đỉnh của năm 2019.



(Nguồn: Báo cáo tình hình sản xuất công nghiệp và hoạt động thương mại, Bộ Công Thương)

Hình 2.2. Sản lượng bia ở Việt Nam giai đoạn 2018-2023

Hoạt động xuất nhập khẩu



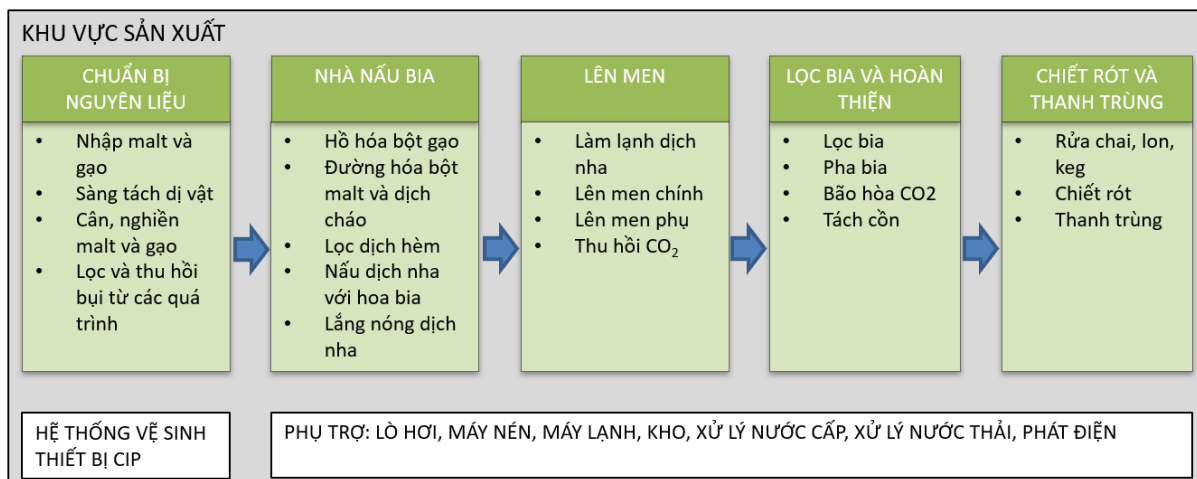
(nguồn: trademap.org)

Hình 2.3. Dữ liệu xuất nhập khẩu sản phẩm bia giai đoạn 2018 - 2023

Lượng bia xuất khẩu nhìn chung có xu hướng tăng trưởng trong giai đoạn 2018-2023, đạt mức cao nhất năm 2022 với 119.419 tấn, trong khi đó lượng bia nhập khẩu có xu hướng giảm, mức cao nhất đạt được năm 2019 với 16.028 tấn giảm thấp nhất vào năm 2023 với 6.399 tấn. Số liệu so sánh giữa sản lượng bia tiêu thụ trong nước và sản lượng xuất khẩu cho thấy các doanh nghiệp bia tại Việt Nam hiện vẫn tập trung khai thác thị trường nội địa, trong khi hoạt động xuất khẩu chưa được chú trọng.

Quy trình sản xuất bia

Quy trình sản xuất bia bao gồm nhiều công đoạn: chuẩn bị nguyên liệu, hồ hóa và đường hóa, nấu dịch nha với hoa bia, lên men, chiết rót và thanh trùng. Mỗi công đoạn có yêu cầu sử dụng năng lượng khác nhau để cho ra sản phẩm bia.



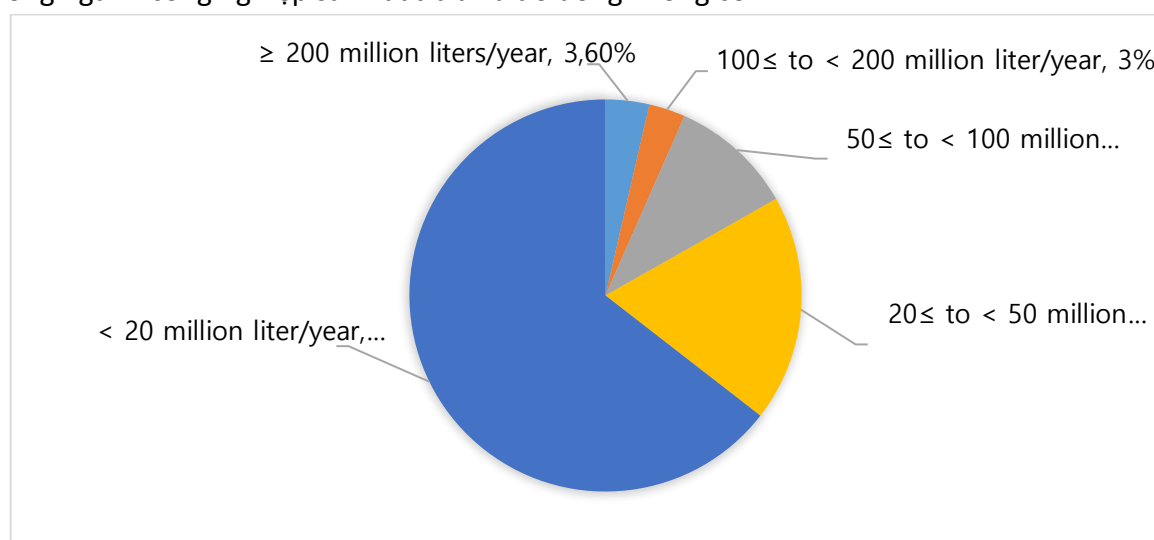
Hình 2.4. Quy trình sản xuất bia

Công đoạn	Chi tiết
Chuẩn bị nguyên liệu	- Nhập malt và gạo vào các silo nguyên liệu, tách tạp chất có trong nguyên liệu - Cân, nghiền malt và gạo về kích thước yêu cầu - Thu hồi bụi trong quá trình nhập liệu, nghiền, sàng và tuần hoàn lại
Hồ hóa và đường hóa	- Nấu bột gạo thành dạng dịch cháo - Thủy phân tinh bột trong dịch cháo thành các loại đường dễ lên men và các dẫn xuất có phân tử lượng thấp hơn của tinh bột. Thủy phân các chất protein thành axit amin và các dẫn xuất của protein. Các chất gồm, xenlulo cũng được thủy phân một phần thành các chất hoà tan.
Lọc và rửa bã malt	- Lọc tách bã malt, thu được dịch đường - Rửa bã malt bằng nước nóng để thu hồi đường trong bã malt
Nấu dịch nha với hoa bia	- Trích ly hương liệu có trong hoa bia vào dịch đường - Lắng nóng tách bã hoa bia và cặn keo tụ hình thành trong quá trình nấu hoa, thu được dịch nha - Dịch nha được làm lạnh nhanh từ 90-95°C xuống 8-10°C
Lên men	Dịch nha được bổ sung oxy phục quá trình lên men

	- Lên men chính: Chuyển hóa đường thành cồn etylic, CO₂ và một số sản phẩm nhằm định hình hương và vị cho sản phẩm bia. - Lên men phụ: Ổn định thành phần chất lượng của bia (tạo hương vị, tạo bọt, giữ bọt cho bia, khử diacetyl, rượu bậc cao, aldehyde - Thu hồi CO₂ từ các tank lên men
Lọc và hoàn thiện bia	- Lọc bia để đạt được độ trong, độ ổn định - Pha bia tới nồng độ yêu cầu của sản phẩm - Bảo hòa CO₂ tới nồng độ yêu cầu của sản phẩm
Tách cồn	- Công đoạn tách cồn chỉ có ở quá trình sản xuất bia không cồn. Cồn trong bia được loại bỏ khỏi sản phẩm, các chất giữ hương vị bia và nước được giữ lại.
Chiết bia	- Vệ sinh chai thủy tinh, lon, chai nhựa PET, keg - Chiết bia vào chai thủy tinh, lon, chai nhựa PET, keg
Thanh trùng	- Bia chai thủy tinh và bia lon sau quá trình chiết được đi qua hầm thanh trùng bằng nhiệt. Quá trình này tiêu diệt lượng nấm men còn sót lại trong bia và các vi sinh vật, giúp tăng thời gian sử dụng sản phẩm. - Bia hơi đóng chai PET, bia hơi đóng lon trải qua quá trình thanh trùng nhanh ở nhiệt độ 70-75°C trong 7 giây trước công đoạn chiết. - Bia hơi đóng keg, bia tươi đóng chai thủy tinh không cần trải qua thanh trùng.

2.1.2. Doanh nghiệp ngành sản xuất bia

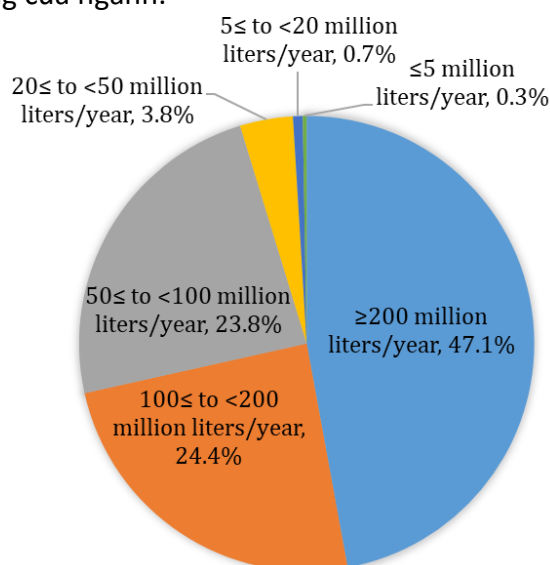
Theo Bộ Công Thương, hiện có 69 cơ sở sản xuất bia có công suất trên 5 triệu lít mỗi năm, thuộc diện điều chỉnh của Thông tư 28/2024/TT-BCT quy định Định mức sử dụng năng lượng trong ngành công nghiệp sản xuất bia và đồ uống không cồn.



(Nguồn: Dự án rà soát định mức ngành bia và đồ uống không cồn, Bộ Công Thương, 2022)

Hình 2.5. Quy mô các nhà sản xuất bia ở Việt Nam

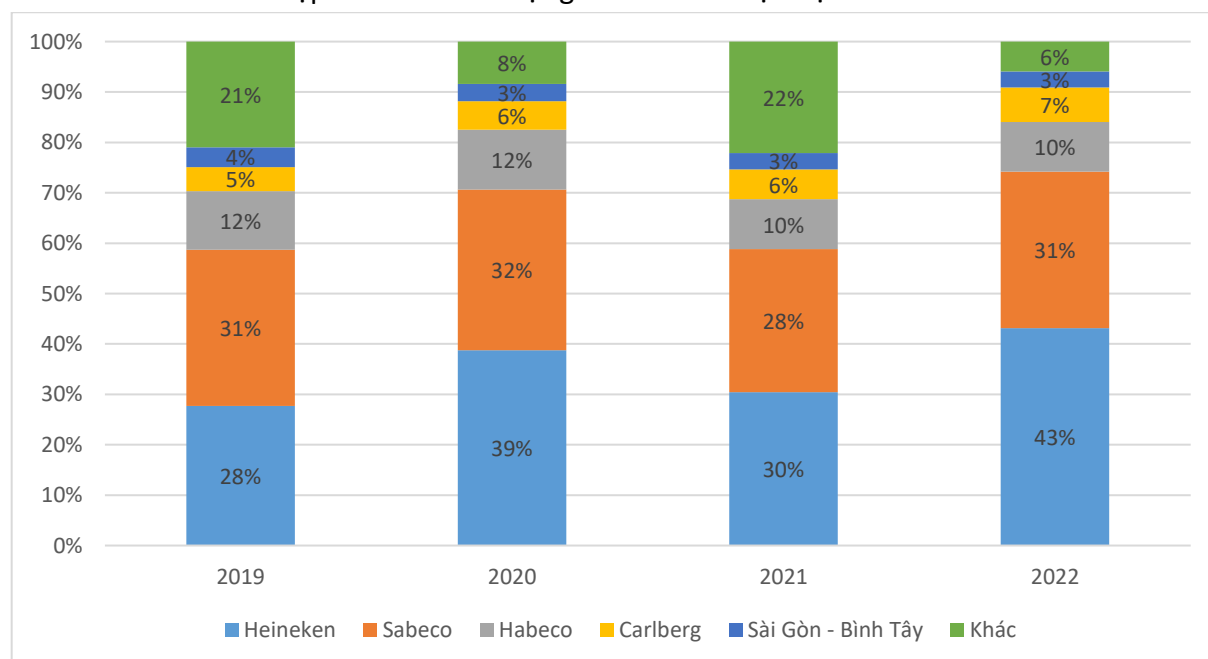
Theo công suất, doanh nghiệp ngành bia được phân loại thành 06 nhóm. Trong đó, nhóm doanh nghiệp có công suất trên 200 triệu lít là những đơn vị sử dụng năng lượng lớn nhất, chiếm 47% tổng năng lượng của ngành. Nhóm doanh nghiệp công suất dưới 5 triệu lít chỉ tiêu thụ 0,3% tổng năng lượng của ngành.



(Nguồn: Dự án rà soát định mức ngành bia và đồ uống không cồn, Bộ Công Thương, 2022)

Hình 2.6. Năng lượng tiêu thụ theo quy mô công suất bia

Thị trường bia Việt Nam hiện nay chủ yếu do bốn tập đoàn lớn chi phối, bao gồm: Heineken, Sabeco, Habeco và Carlsberg. Nhóm doanh nghiệp này chiếm khoảng 90% thị phần trong nước trong giai đoạn từ năm 2018 đến nay. Trong đó, riêng Sabeco và Heineken chiếm gần 80% thị phần, đóng vai trò thống lĩnh thị trường. Đáng chú ý, kể từ năm 2020, Heineken đã vượt qua Sabeco để trở thành tập đoàn có sản lượng bia lớn nhất tại Việt Nam.



(Nguồn: Dự án rà soát định mức ngành bia và đồ uống không cồn, Bộ Công Thương, 2022)

Hình 2.7. Tỷ trọng sản lượng của các nhà sản xuất bia Việt Nam giai đoạn 2019 - 2022

Heineken Vietnam

Heineken Việt Nam là chi nhánh của hãng bia Heineken nổi tiếng của Hà Lan. Tập đoàn hiện có 5 nhà máy sản xuất tại Việt Nam với tổng công suất 2,56 tỷ lít bia/năm và là doanh nghiệp đứng đầu ngành bia Việt Nam từ năm 2020. Sản phẩm của Heineken bao gồm bia lon, bia chai mang các thương hiệu như Heineken, Tiger, Edelweiss, Bia Việt, Larue, Bivina. Ngoài bia, Heineken Việt Nam còn sản xuất sản phẩm cider với thương hiệu Strongbow.

Sabeco

Tiền thân của Sabeco là xưởng sản xuất bia Chợ Lớn ở Nguyễn Chí Thanh - Sài Gòn thành lập vào năm 1875. Trải qua nhiều giai đoạn phát triển, Sabeco là một trong những nhà sản xuất bia lớn nhất Việt Nam hiện nay với nhiều dòng sản phẩm bia chai, bia lon, bia hơi mang thương hiệu bia Sài Gòn, 333, và Lạc Việt. Sau khi mua thêm cổ phần của Tập đoàn Sài Gòn – Bình Tây, Sabeco sở hữu 27 nhà máy sản xuất với tổng công suất 2,4 tỷ lít bia/năm.

Habeco

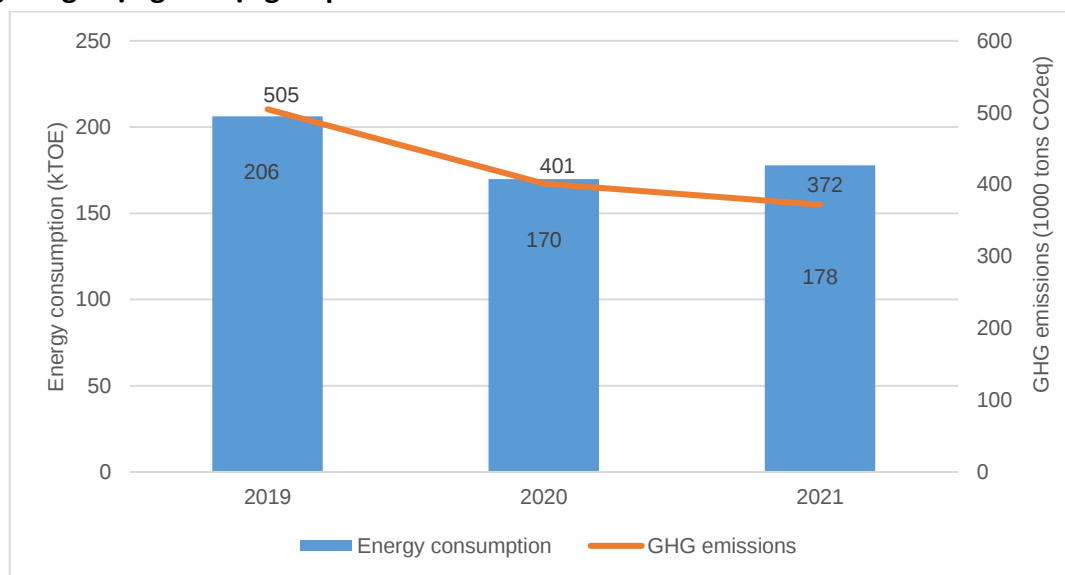
Tiền thân Habeco là nhà máy bia Hommel ở Hoàng Hoa Thám - Hà Nội thành lập vào năm 1890. Hiện nay, Habeco là nhà sản xuất bia lớn thứ 3 trong nước với thị phần chủ yếu tập trung tại miền Bắc. Sở hữu 11 nhà máy sản xuất bia với tổng công suất thiết kế 865 triệu lít bia/năm, Habeco đưa ra thị trường các dòng bia chai, bia lon, bia hơi mang thương hiệu Hà Nội, Trúc Bạch.

Carlsberg Vietnam

Carlsberg Việt Nam là chi nhánh của Tập đoàn Carlsberg nổi tiếng của Đan Mạch. Sau khi di chuyển dây chuyền sản xuất từ Hà Nội vào Huế, Carlsberg hiện nay chỉ sở hữu một nhà máy bia có công suất thiết kế 360 triệu lít/năm với dòng sản phẩm bia chai, bia lon mang thương hiệu Carlsberg, 1664 Blanc, Tuborg, Huda, Halida. Ngoài ra, công ty cũng có dòng sản phẩm cider với thương hiệu Somersby.

2.1.3. Năng lượng sử dụng

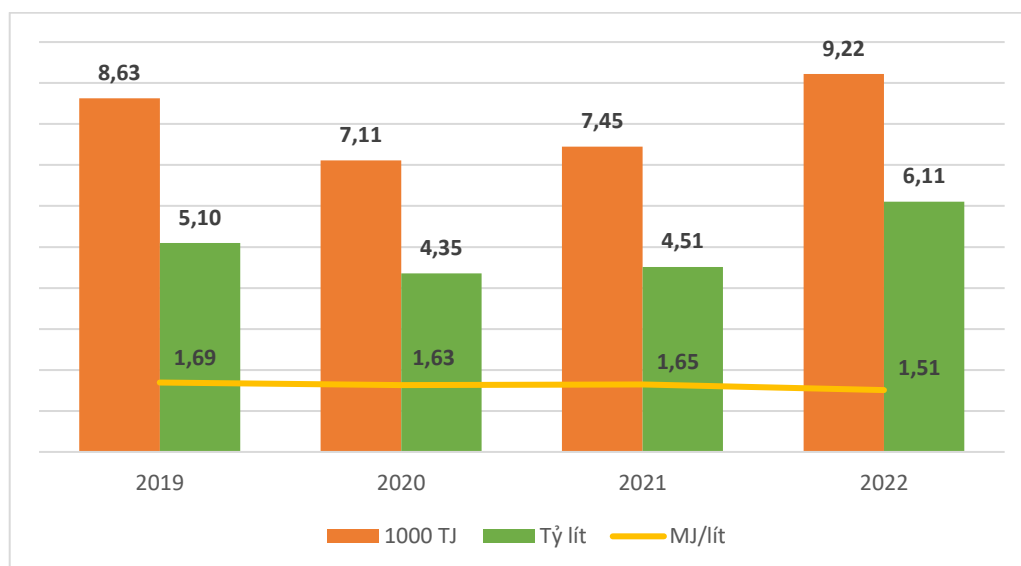
Tổng năng lượng sử dụng và phát thải KNK



(Nguồn: Dự án rà soát định mức ngành bia và đồ uống không cồn, Bộ Công Thương, 2022)

Hình 2.8. Năng lượng tiêu thụ và phát thải KNK của ngành bia Việt Nam giai đoạn 2019-2021

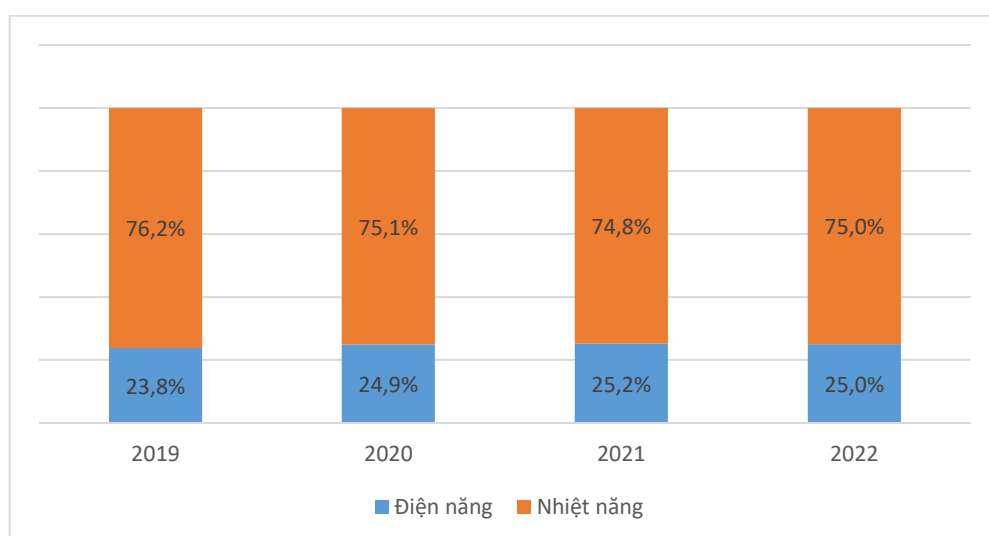
Trong giai đoạn 2019-2021, năng lượng tiêu thụ của ngành công nghiệp sản xuất bia giảm từ 206 xuống 178 kTOE (Hình 2.1), chiếm tỷ trọng 0,5% trên tổng năng lượng sử dụng của toàn ngành công nghiệp Việt Nam. Mặc dù ngành bia chiếm tỷ trọng nhỏ về tiêu thụ năng lượng so với các ngành công nghiệp khác, tuy nhiên, ngành này có tiềm năng giảm tiêu thụ năng lượng cao. Quyết định số 280/QĐ-TTg ngày 13 tháng 3 năm 2019 ban hành “Chương trình quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả giai đoạn 2019 – 2030” đặt ra mục tiêu giảm tiêu thụ năng lượng từ 4,6-8,44% cho cả nhóm ngành rượu, bia, đồ uống không cồn trong giai đoạn hết năm 2030.



(Nguồn: Dự án rà soát định mức ngành bia và đồ uống không cồn, Bộ Công Thương, 2022)

Hình 2.9. Tổng năng lượng, mức năng lượng sử dụng ngành sản xuất bia

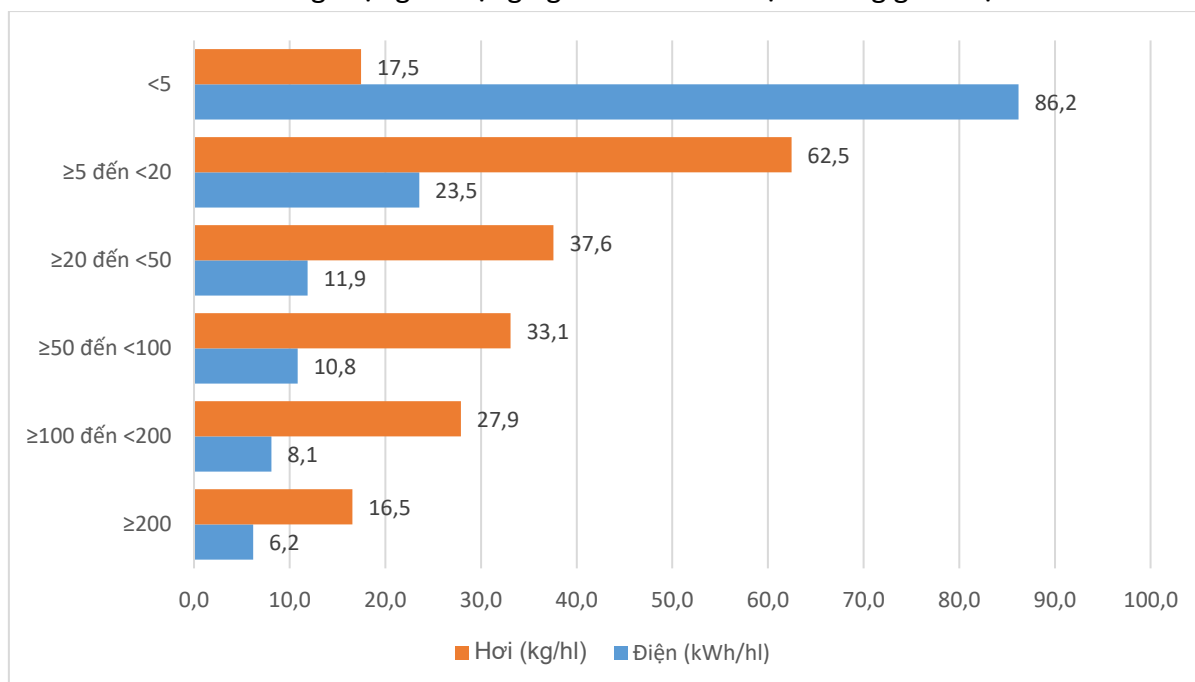
Sự thay đổi trong sản lượng bia tỷ lệ thuận với lượng năng lượng sử dụng trong giai đoạn 2019-2022. Mức sử dụng năng lượng giảm từ 1,69 MJ/lít năm 2019 xuống 1,51 MJ/lít năm 2022.



(Nguồn: Dự án rà soát định mức ngành bia và đồ uống không cồn, Bộ Công Thương, 2022)

Hình 2.10. Cơ cấu năng lượng sử dụng ngành bia

Trong sản xuất bia, nhiệt năng là dạng năng lượng tiêu thụ chính, chiếm 75%. Điện năng chiếm 25%. Cơ cấu năng lượng sử dụng ngành bia rất ổn định trong giai đoạn 2019-2022.

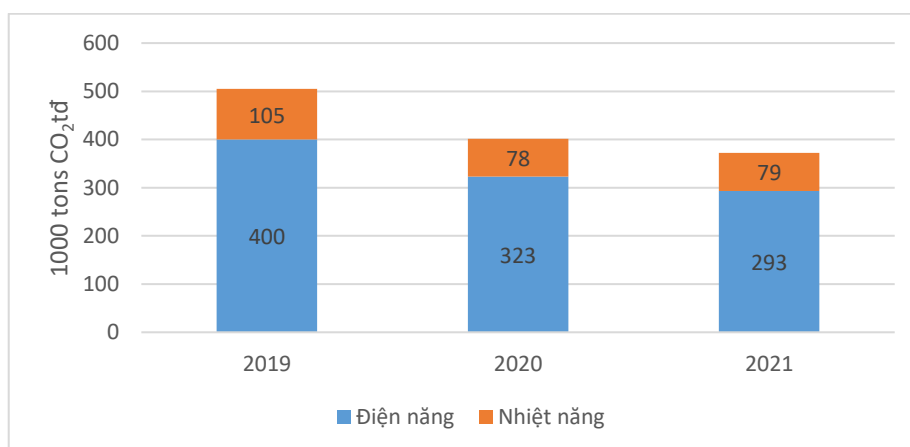


(Nguồn: Dự án rà soát định mức ngành bia và đồ uống không cồn, Bộ Công Thương, 2022)

Hình 2.11. Mức sử dụng năng lượng của các nhóm quy mô công suất

Mức sử dụng năng lượng có sự khác biệt đáng kể giữa các nhóm nhà máy theo quy mô công suất. Các nhà máy có công suất lớn thường tối ưu hóa quy trình sản xuất tốt hơn, nhờ đó tiêu thụ ít điện năng và hơi nước hơn trên mỗi đơn vị sản phẩm. Ngược lại, các nhà máy quy mô nhỏ thường cần sử dụng nhiều điện và hơi hơn để sản xuất ra cùng một đơn vị sản phẩm do hiệu suất thiết bị và hệ thống còn hạn chế.

Đặc biệt, nhóm nhà máy có công suất dưới 5 triệu lít/năm có mức tiêu thụ hơi thấp hơn, nhưng mức tiêu thụ điện lại cao hơn đáng kể so với nhóm từ 5 đến dưới 20 triệu lít/năm. Nguyên nhân là sự chuyển dịch sang sử dụng các thiết bị gia nhiệt bằng điện.



(Nguồn: Dự án rà soát định mức ngành bia và đồ uống không cồn, Bộ Công Thương, 2022)

Hình 2.12. Tổng phát thải KNK ngành sản xuất bia

Ngành sản xuất bia có nhu cầu sử dụng nhiệt năng cao hơn điện năng. Tuy nhiên, phát thải Khí nhà kính (KNK) từ việc sử dụng nhiệt năng lại thấp hơn so với phát thải từ sử dụng điện năng. Nguyên nhân là nhiều nhà máy đã chuyển sang sử dụng nhiên liệu sinh khối hoặc mua hơi theo mô hình ESCO từ các nhà sản xuất hơi sử dụng nhiên liệu sinh khối, dẫn đến phát thải KNK từ sản xuất hơi thấp hoặc không bao gồm trong phát thải KNK của nhà máy. Ngoài ra, do hệ số phát thải lưới điện quốc gia được điều chỉnh giảm hàng năm, mức phát thải từ sử dụng điện năng tại các nhà máy bia giảm trong giai đoạn 2019-2021.

Định mức sử dụng năng lượng

Định mức sử dụng năng lượng ngành bia hiện được quy định theo Thông tư số 28/2024/TT-BCT quy định “**Định mức sử dụng năng lượng trong ngành công nghiệp sản xuất bia và đồ uống không cồn**” của Bộ Công Thương, thay thế Thông tư 19/2016/TT-BCT. Theo thông tư mới, phạm vi đánh giá mức sử dụng năng lượng của doanh nghiệp bia hiện không bao gồm hoạt động xử lý nước cấp, xử lý nước thải, vận chuyển nội bộ, sử dụng năng lượng cho khu hành chính hoặc sản xuất sản phẩm khác ngoài bia.

Bảng 2.1. Định mức sử dụng năng lượng theo thông tư 28/2024/TT-BCT

Quy mô công suất (triệu lít/năm)	Định mức sử dụng năng lượng (MJ/1000 lít)
> 200	≤ 822
100 < đến ≤ 200	≤ 1299
50 < đến ≤ 100	≤ 1486
25 < đến ≤ 50	≤ 1711
5 < đến ≤ 25	≤ 2543

Hoạt động SDNLTKHQ của ngành bia

Giai đoạn 2016–2022, trong khi các doanh nghiệp ngành bia có vốn đầu tư nước ngoài tích cực triển khai các biện pháp giảm mức tiêu thụ năng lượng, thì phần lớn doanh nghiệp nội địa vẫn chưa có nhiều chuyển biến đáng kể trong hoạt động này. Nguyên nhân chủ yếu là do các doanh nghiệp có vốn nước ngoài thường có tiềm lực tài chính mạnh và chính sách quản lý năng lượng bài bản, được tích hợp vào chiến lược vận hành chung. Ngược lại, các doanh nghiệp trong nước thường gặp khó khăn về vốn đầu tư cũng như hạn chế trong công tác quản lý năng lượng, bao gồm việc thiếu quy trình vận hành chuẩn, thiếu nhân sự chuyên trách, chưa có hệ thống theo dõi và đánh giá hiệu quả sử dụng năng lượng một cách đầy đủ và thường xuyên.

Một số giải pháp SDNLTKHQ tiêu biểu đã được thực hiện trong ngành sản xuất bia gồm:

- Lắp đặt biến tần cho động cơ, sử dụng động cơ hiệu suất cao;
- Sử dụng bóng LED cho hoạt động chiếu sáng;
- Chuyển đổi nhiên liệu lò hơi từ than sang FO, DO, CNG, nhiên liệu sinh khối với hiệu suất cao hơn;
- Tái sử dụng và tuần hoàn nước;
- Lắp đặt điện mặt trời áp mái.

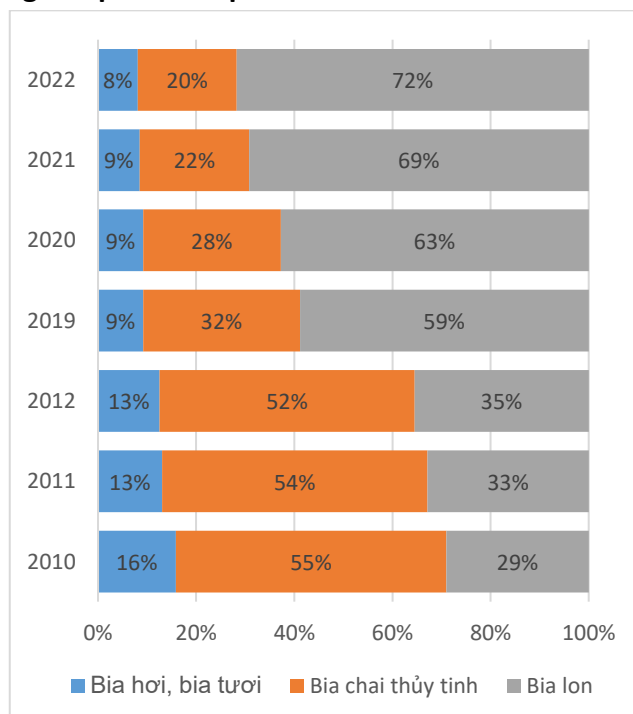
Yếu tố thúc đẩy hoạt động SDNLTKHQ của ngành bia

Từ năm 2025, các doanh nghiệp sản xuất bia tại Việt Nam sẽ phải đối mặt với nhiều áp lực lớn liên quan đến việc sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả, cũng như yêu cầu về phát triển bền vững. Cụ thể:

- **Tuân thủ quy định về định mức sử dụng năng lượng** theo Thông tư 28/2024/TT-BCT của Bộ Công Thương, có hiệu lực thi hành từ ngày 01/04/2025. Điều này đòi hỏi doanh nghiệp phải đo lường, giám sát chặt chẽ mức tiêu thụ năng lượng và đầu tư vào giải pháp hiệu quả năng lượng.
- **Áp lực từ chính sách phát triển bền vững** của Chính phủ như giảm phát thải khí nhà kính, tiết kiệm tài nguyên nước, bảo vệ môi trường và thực hiện trách nhiệm mở rộng của nhà sản xuất (EPR). Cùng với đó là xu hướng tiêu dùng xanh ngày càng rõ rệt – người tiêu dùng ưu tiên sản phẩm thân thiện với môi trường, có thông tin minh bạch về quy trình sản xuất.
- **Tác động gián tiếp từ Nghị định 168/2024/NĐ-CP** quy định xử phạt vi phạm giao thông đường bộ, trong đó có nội dung trừ điểm và phục hồi điểm giấy phép lái xe. Việc siết chặt kiểm soát nồng độ cồn có thể khiến nhu cầu tiêu thụ bia sụt giảm.
- **Áp lực cắt giảm chi phí sản xuất** khi giá năng lượng liên tục tăng. Trong khi đó, chi phí năng lượng hiện chiếm khoảng 5–8% tổng giá thành sản xuất, buộc các nhà máy bia phải tối ưu vận hành.
- **Lộ trình tăng thuế tiêu thụ đặc biệt đối với bia** từ 65% hiện nay lên 100% vào năm 2030 theo dự thảo Luật Thuế tiêu thụ đặc biệt sửa đổi. Điều này có thể khiến giá bán sản phẩm tăng cao, ảnh hưởng đến sức mua, đặc biệt ở phân khúc trung bình - thấp.

2.2. Xu hướng

2.2.1. Thay đổi trong sản phẩm và quá trình sản xuất



(Nguồn: Dự án rà soát định mức ngành bia và đồ uống không cồn, Bộ Công Thương, 2022)

Hình 2.13. Sự chuyển dịch dòng sản phẩm ngành bia giai đoạn 2010-2012 và 2019-2022

Trong quá trình phát triển, ngành bia Việt Nam đã trải qua nhiều thay đổi đáng kể cả về sản phẩm lẫn quy trình sản xuất, nhằm thích ứng với nhu cầu thị trường, điều kiện sản xuất cũng như vận chuyển hàng hóa. Giai đoạn từ năm 2010 đến 2024, ngành bia ghi nhận một số xu hướng chuyển dịch nổi bật như sau:

- **Chuyển dịch từ bia chai, bia hơi, bia tươi sang bia lon:** Từ năm 2010 đến 2012, bia đóng chai thủy tinh vẫn là sản phẩm chủ lực của ngành, chiếm hơn 50% sản lượng tiêu thụ. Tuy nhiên, đến giai đoạn 2019–2022, bia lon đã dần chiếm ưu thế và trở thành dòng sản phẩm chủ đạo, chiếm tới 72% tổng sản lượng năm 2022. Bảng 2.13 cho thấy xu hướng giảm dần sản lượng bia chai, bia hơi và bia tươi, đồng thời phản ánh sự tăng trưởng đều đặn của bia lon qua các năm.
- **Sự ra đời của bia hơi đóng lon:** Trong bối cảnh dịch bệnh Covid-19 năm 2021, nhằm đáp ứng nhu cầu thưởng thức bia hơi tại nhà, Habeco đã giới thiệu sản phẩm bia hơi Hà Nội đóng lon – đánh dấu bước đi mới trong việc đổi mới sản phẩm và mô hình tiêu dùng.
- **Xuất hiện bia không cồn:** Dưới tác động của Nghị định 100/2019/NĐ-CP, trong đó quy định xử phạt nghiêm ngặt đối với người điều khiển phương tiện có nồng độ cồn vượt quá 0, các sản phẩm bia không cồn đã được một số doanh nghiệp trong nước nghiên cứu và đưa vào sản xuất nhằm đáp ứng nhu cầu tiêu dùng an toàn và hợp pháp.
- **Chuyển từ tự sản xuất hơi sang mô hình mua hơi ngoài:** Thay vì tự đầu tư và vận hành hệ thống lò hơi, nhiều nhà máy bia hiện nay lựa chọn mua hơi theo mô hình ESCO (Energy Service Company). Theo đó, việc đầu tư và vận hành do một đơn vị chuyên nghiệp đảm nhiệm, nhà máy chỉ cần thanh toán theo lượng hơi tiêu thụ thực tế, được đo lường bằng đồng hồ hơi.
- **Xu hướng xây dựng nhà máy công suất lớn:** Với sự phát triển mạnh mẽ của hệ thống logistics, các doanh nghiệp đang có xu hướng tập trung đầu tư xây dựng nhà máy quy mô lớn. Mô hình này cho phép tối ưu chi phí sản xuất, thay vì phân tán nhiều nhà máy nhỏ lẻ ở các khu vực tiêu thụ.

2.2.2. Công nghệ và thiết bị hiệu quả năng lượng trong sản xuất bia

Công nghệ, thiết bị mới trong quá trình sản xuất bia

Trong những năm gần đây, các nhà máy bia đã tích cực áp dụng nhiều công nghệ và thiết bị hiện đại nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất, tiết kiệm năng lượng và tối ưu hóa quy trình. Một số cải tiến tiêu biểu bao gồm:

- **Tận dụng nhiệt thải để làm lạnh:** Một số nhà máy đã lắp đặt hệ thống lạnh hấp thụ (absorption chiller), sử dụng nhiệt từ khói thải của lò hơi để sản xuất nước lạnh phục vụ cho quá trình lên men giúp tiết kiệm điện năng.
- **Sử dụng chủng nấm men mới:** Các chủng men thế hệ mới được nghiên cứu và ứng dụng nhằm rút ngắn thời gian lên men mà vẫn đảm bảo chất lượng hương vị của bia thành phẩm.
- **Áp dụng công nghệ lên men liên tục:** Thiết bị lên men liên tục được sử dụng trong giai đoạn lên men chính để sản xuất bia non, giúp rút ngắn đáng kể thời gian lên men so với phương pháp truyền thống.

- **Thay thế quá trình thanh trùng nhiệt bằng công nghệ lọc:** Một số cơ sở sản xuất đã chuyển sang sử dụng công nghệ lọc hiện đại nhằm loại bỏ vi sinh vật, thay cho phương pháp thanh trùng nhiệt – giúp bảo toàn hương vị tự nhiên và tiết kiệm năng lượng.

Xu hướng hiệu quả năng lượng

- Nấu và lên men bia ở nồng độ đường cao để sản xuất bia có nồng độ cồn cao;
- Giảm tỷ lệ bay hơi trong nồi nấu hoa;
- Thu hồi nhiệt để các nguồn nhiệt thừa và tái sử dụng trong sản xuất;
- Giảm lượng nước sử dụng, tuần hoàn và tái sử dụng nước trong quá trình sản xuất
- Sử dụng động cơ hiệu suất cao;
- Lắp biến tần kiểm soát tốc độ và tiêu thụ điện của động cơ.

2.2.3. Thực hành tốt trong cải thiện hiệu quả năng lượng

Các thực hành tốt trong ngành bia

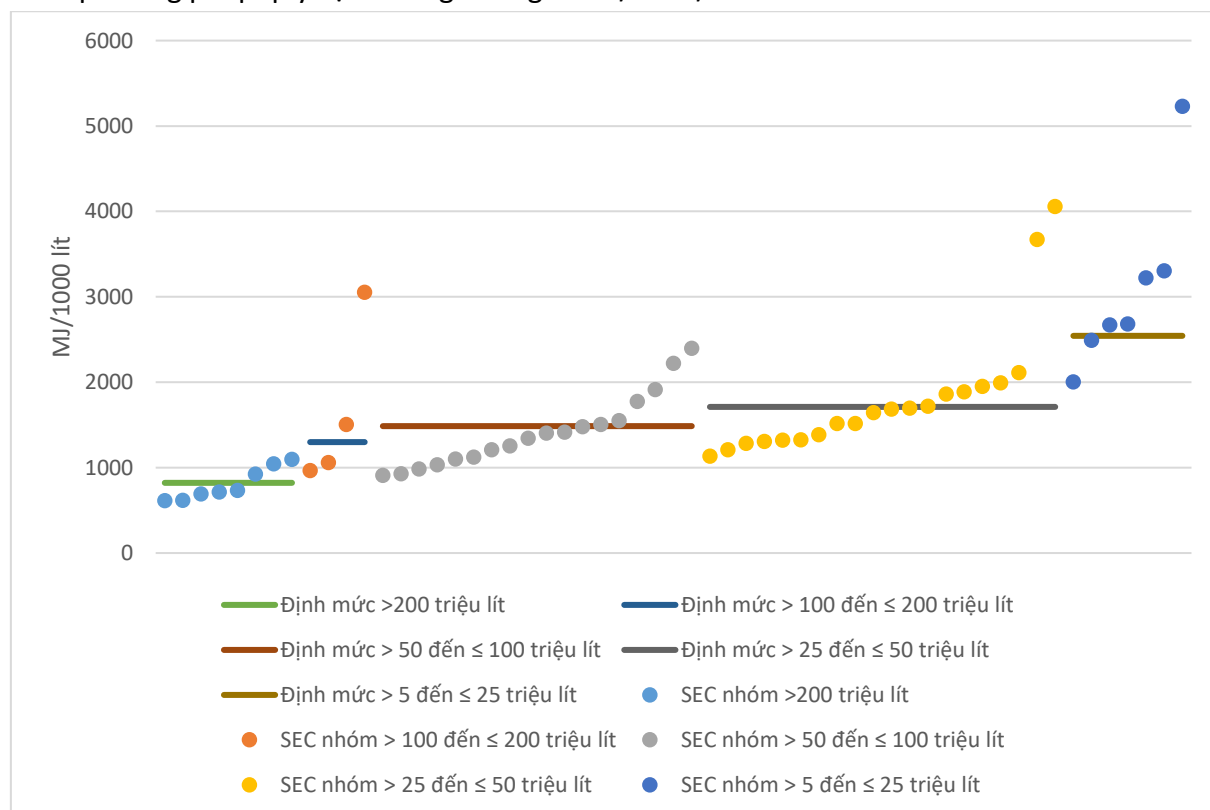
Nhà sản xuất	Nội dung
New Belgium Brewery (Colorado - Mỹ)	Thiết bị ngưng tụ hơi bốc của nồi nấu hoa bia Nhiệt lượng dư thừa thu được từ hơi bốc trong quá trình đun sôi dịch nha với hoa bia có thể được sử dụng với nhiều mục đích. Tại Nhà máy bia New Belgium ở Fort Collins, Colorado, nhiệt lượng thu hồi này dùng sản xuất nước nóng phục vụ các công đoạn nấu malt và vệ sinh. Thiết bị ngưng tụ hơi bốc có thể thu hồi tới 60% năng lượng cần thiết để đun sôi nồi nấu hoa bia. Thời gian hoàn vốn của thiết bị là 3 năm.
Asahi Breweries (Nhật Bản)	Hệ thống lạnh sử dụng biến tần Trong quá trình sản xuất bia, việc duy trì nhiệt độ dịch nha thấp trong quá trình lên men là yêu cầu bắt buộc. Hoạt động này tiêu tốn lượng điện năng lớn để chạy hệ thống lạnh. Nhà máy bia Asahi Breweries đã lắp đặt biến tần cho động cơ máy nén trong hệ thống lạnh giúp điều chỉnh tốc độ động cơ, công suất lạnh phù hợp với nhu cầu thực tế. Hoạt động này giúp nhà máy tiết kiệm 15-20% năng lượng điện cho hệ thống lạnh.
Sabeco - Hà Nội	Sử dụng khí sinh học (biogas) từ khu vực xử lý nước thải cho lò hơi Trước đây, công ty sử dụng khí sinh học từ hệ thống xử lý nước thải để đun nấu ở căng tin. Lượng khí sinh học phát sinh khoảng 350 m ³ /ngày. Công ty đã lắp đặt hệ thống lò hơi đốt gas công suất 350 kg hơi/ngày với áp suất làm việc khoảng 5 - 6 bar, hơi này hòa vào hệ thống cấp nhiệt của nhà máy. Với giải pháp này, công ty vừa giải quyết được vấn đề cấp nhiệt cho nhà máy, vừa tránh ô nhiễm môi trường do phát thải khí nhà kính metan. Giải pháp này có chi phí đầu tư khá lớn, khoảng 1,8 tỉ VNĐ nhưng hiệu quả lại mang lại cũng rất tương xứng, có thể thu hồi vốn trong vòng 38 tháng do mỗi năm tiết kiệm được 646 triệu VNĐ/năm.
Habeco - Hải Dương	Tăng hiệu quả lò hơi bằng cách cải tạo quy trình xả đáy để kiểm soát nhiên liệu đầu vào. Giải pháp này thay đổi các thức vận hành và kiểm soát, không mất chi phí đầu tư nhưng tiết kiệm nhiên liệu than tới 100 tấn/năm. Tức giảm chi phí tương đương 411 triệu đồng/năm.

Nhà sản xuất	Nội dung
	Cải tạo tường lò để tăng hiệu quả trao đổi nhiệt của lò hơi kéo dài đường khói. Giải pháp giúp tiết giảm nhiên liệu than 59 tấn/năm, tương đương 242 triệu đồng/năm. Chi phí đầu tư cho giải pháp là 380 triệu đồng, thời gian hoàn vốn là 19 tháng. Qua quá trình cải tạo kỹ thuật và đo đạc, kết quả cho thấy hiệu suất hoạt động lò hơi đã tăng lên đáng kể, từ 62,7% đến 76,2%. Doanh nghiệp chỉ phải đầu tư 380 triệu đồng chi phí cải tạo, hiệu quả đem lại từ các giải pháp là 653 triệu đồng/năm.

Chỉ số đánh giá hiệu quả sử dụng năng lượng trong sản xuất bia Việt Nam

Hiệu quả sử dụng năng lượng trong ngành bia được đánh giá dựa trên mức tiêu thụ năng lượng cho mỗi đơn vị sản phẩm. Tuy nhiên, do mỗi loại bia có quy trình sản xuất và mức tiêu hao năng lượng khác nhau, trong khi cơ cấu sản phẩm ở từng nhà máy cũng không đồng nhất, nên việc so sánh trực tiếp sẽ thiếu chính xác. Để khắc phục điều này, Bộ Công Thương đã ban hành phương pháp tính mức sử dụng năng lượng chuẩn trong Thông tư 19/2016/TT-BCT và cập nhật trong Thông tư 28/2024/TT-BCT. Theo đó, sản lượng các loại bia (bia lon, bia hơi...) được quy đổi về sản phẩm bia chai thủy tinh, thông qua hệ số chuyển đổi điện năng và nhiệt năng.

Hình 2.14 thể hiện mức sử dụng năng lượng (SEC) của các nhà máy bia tại Việt Nam, được tính theo phương pháp quy định trong Thông tư 28/2024/TT-BCT.



(Nguồn: Dự án rà soát định mức ngành bia và đồ uống không cồn, Bộ Công Thương, 2022)

Hình 2.14. Mức sử dụng năng lượng năm 2022 của các đơn vị sản xuất bia Việt Nam theo nhóm quy mô

3. CHƯƠNG 3. HOẠT ĐỘNG SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG TRONG SẢN XUẤT BIA

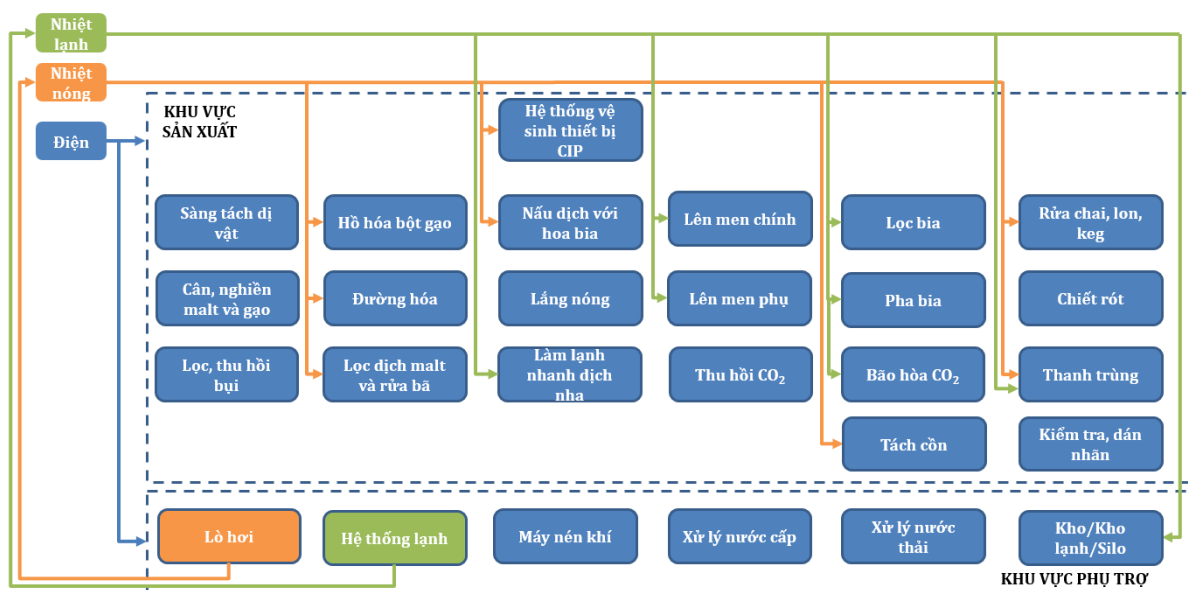
3.1. Dòng năng lượng

Yêu cầu năng lượng trong sản xuất bia

Năng lượng là yếu tố không thể thiếu trong quá trình sản xuất bia. Mỗi công đoạn sản xuất bia yêu cầu một hoặc nhiều loại năng lượng phù hợp với các thiết bị sử dụng. Ba loại năng lượng sử dụng trong sản xuất bia là điện năng, nhiệt nóng và nhiệt lạnh.

- **Điện năng** được các nhà máy sản xuất bia mua từ Tập đoàn Điện lực Việt Nam và lượng điện mặt trời tự sản xuất. Trong các công đoạn sản xuất bia, phần lớn năng lượng điện được sử dụng chạy động cơ điện của các hệ thống khuấy, bơm, quạt, máy nén, máy lạnh, băng tải, ... Một phần rất nhỏ điện năng sử dụng cho các hệ thống chiếu sáng, thiết bị điện.
- **Nhiệt nóng** là hơi nước bão hòa được sản xuất bởi lò hơi do nhà máy tự vận hành hoặc mua từ một đơn vị khác thông qua mô hình ESCO. Nhiên liệu sản xuất hơi thường là nhiên liệu hóa thạch (than, dầu DO, dầu FO, khí NG) và nhiên liệu sinh khối. Hơi nước bão hòa sử dụng đun nóng dịch nha hoặc đun nước nóng phục vụ các quá trình pha trộn, rửa bã, thanh trùng, vệ sinh thiết bị.
- **Nhiệt lạnh** được sản xuất bằng hệ thống lạnh sử dụng năng lượng điện. Nước và glycol được sử dụng làm môi chất lạnh truyền nhiệt tới các quá trình làm mát, làm lạnh, kho lạnh.

Dòng năng lượng trong sản xuất bia



Hình 3.1. Dòng năng lượng quá trình sản xuất bia

Dòng năng lượng trong quá trình sản xuất bia được thể hiện trong hình 3.1. Điện năng được sử dụng ở toàn bộ các công đoạn sản xuất và hệ thống phụ trợ. Nhiệt nóng sử dụng ở nhà nấu, các công đoạn rửa chai, thanh trùng, vệ sinh thiết bị, tách cồn (với bia không cồn). Nhiệt lạnh được sử dụng ở công đoạn lên men và kho lạnh.

3.2. Công đoạn chuẩn bị nguyên liệu

Đầu vào	Malt và gạo	Đầu ra	Bột malt, bột gạo
Quá trình	Nhập liệu: Nguyên liệu malt và gạo được sàng loại bỏ dị vật, tách kim loại và vận chuyển vào các silo malt, silo gạo. Quy trình nghiền: Malt và gạo ở silo được vận chuyển tới cân định lượng và đưa vào các máy nghiền. Các công nghệ nghiền phổ biến hiện nay là nghiền khô, nghiền ẩm và nghiền ướt. Các nhà sản xuất bia Việt Nam hiện chủ yếu sử dụng công nghệ nghiền khô và nghiền ẩm. Đối với malt, máy nghiền trục được sử dụng phổ biến với ưu điểm giữ lại được hình dạng vỏ trấu giúp hỗ trợ quá trình lọc. Đối với gạo, máy nghiền búa được sử dụng với yêu cầu nghiền mịn giúp giảm thời gian hồ hóa bột gạo. Lọc bụi và thu hồi: Các hoạt động nghiền, sàng, vận chuyển malt và gạo gây phát sinh bụi. Việc thu hồi lượng bụi này giúp giảm phát thải ra môi trường và việc thất thoát nguyên liệu. Hoạt động này thường được sử dụng hệ thống lọc bụi tay áo. Dưới đây là quy trình cấp liệu: <pre> graph LR A[Silo chứa Malt] --> B[Thùng chứa
(cân định lượng)] B --> C[Máy nghiền
Malt ướt
(Bơm)] D[(Nước nấu bia)] --> C C --> E[(Nồi đường hóa)] F[Silo chứa Gạo] --> G[Máy nghiền
Gạo khô] G --> H[Silo chứa
(cân định lượng)] H --> I[(Nồi hồ hóa)] </pre>		
Năng lượng	Điện năng được sử dụng chạy động cơ của các máy nghiền, sàng, quạt hút, băng tải, vít tải.		
Thiết bị	Silo chứa malt, gạo Máy sàng malt, máy sàng gạo Cân định lượng Máy nghiền malt (nghiền trục) Máy nghiền gạo (nghiền búa) Hệ thống lọc bụi và thu hồi		
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Các công nghệ nghiền ẩm, nghiền ướt malt tiêu thụ nhiều năng lượng hơn công nghệ nghiền khô do có thêm các công đoạn phun ẩm, ngâm nước malt trước khi nghiền. Quá trình này tiêu tốn điện và nước nóng mặc dù có giảm một phần nhỏ lượng điện tiêu thụ ở thiết bị lọc bụi. Tuy nhiên, tiềm năng tiết kiệm năng lượng của các công nghệ này được thể hiện ở công đoạn đường hóa và lọc bã malt. Việc tăng ẩm của malt giúp giữ nguyên được vỏ trấu giúp tăng hiệu quả của công đoạn lọc dịch malt, kích hoạt sớm enzyme giúp tăng hiệu suất và giảm thời gian đường hóa. Lượng đường chiết xuất		

	từ nguyên liệu lớn hơn và giảm thời gian công đoạn đường hóa, lọc dịch malt giúp tăng hiệu suất sử dụng năng lượng. Đối với nguyên liệu gạo, công nghệ nghiền ẩm, nghiền ướt không được áp dụng do không có sự chênh lệch với công nghệ nghiền khô.
--	--

3.3. Công đoạn hồ hóa

Đầu vào	Bột gạo, nước nóng	Đầu ra	Dịch cháo
Quá trình	Mục đích của công đoạn là chuyển tinh bột trong gạo (chủ yếu là amylose và amylopectin) từ dạng tinh thể sang dạng hòa tan. Hỗn hợp bột gạo và nước được khuấy trộn và nâng dần nhiệt độ tới 70-75°C trong nồi nấu gạo giúp đảm bảo các thành phần trong gạo được hòa tan. Quá trình thủy phân diễn ra nhờ enzyme Termamyl được bổ sung và enzyme Amylase trong malt lứt được bổ sung vào hỗn hợp. Thời gian của toàn bộ quá trình hồ hóa thông thường từ 30-60 phút. Sau quá trình hồ hóa, dịch cháo được trao đổi nhiệt làm nguội xuống 62-65°C để bơm sang nồi nấu malt cho công đoạn đường hóa. Trong một số nhà máy, việc trộn bột gạo và nước được thực hiện trong thiết bị riêng trước khi bơm vào nồi nấu gạo giúp tránh quá trình oxy hóa giảm chất lượng bia. Một số nhà máy thực hiện hoạt động này ở nồi nấu gạo.		
Năng lượng	Điện năng chạy động cơ cánh khuấy, bơm dịch, ...		
	Nhiệt nóng sử dụng là hơi nước bão hòa gia nhiệt cho áo hơi của nồi nấu gạo, nước nóng dùng pha trộn.		
Thiết bị	Thiết bị trộn dịch Nồi nấu gạo Thiết bị trao đổi nhiệt		
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Nhiệt độ hồ hóa và thời gian hồ hóa là hai giá trị ảnh hưởng tới mức tiêu thụ năng lượng của công đoạn này. Việc bổ sung enzyme Termamyl đã giúp giảm nhiệt độ và thời gian hồ hóa so với công nghệ truyền thống. Hiện nay, Jet cooker là một thiết bị với nguyên lý hoạt động tương tự injector đang được nghiên cứu và áp dụng hồ hóa liên tục giúp giảm thời gian hồ hóa, giảm năng lượng tiêu thụ.		

3.4. Công đoạn đường hóa

Đầu vào	Bột malt, dịch cháo, nước nóng	Đầu ra	Dịch đường chứa bã hèm
Quá trình	Mục đích của công đoạn là thủy phân thành phần tinh bột có trong malt, gạo thành các loại đường phục vụ cho quá trình lên men. Kỹ thuật đường hóa phổ biến hiện nay ở các nhà sản xuất bia Việt Nam là đường hóa hai giai đoạn. Giai đoạn thủy phân protein bắt đầu bằng việc trộn malt với nước ở 35-45°C, nâng nhiệt độ lên 50-55°C và duy trì trong 20-30 phút. Giai đoạn thủy phân tinh bột diễn ra tiếp bằng việc nâng nhiệt độ lên 63-68°C, bổ sung hồ gạo và duy trì nhiệt độ này trong 60 phút. Kết thúc quá trình đường hóa,		

	nhệt độ được nâng lên 78°C để bất hoạt các enzyme giúp dừng quá trình thủy phân.
Năng lượng	Điện năng chạy động cơ cánh khuấy, bơm dịch, ...
	Nhiệt nóng sử dụng là hơi nước bão hòa gia nhiệt cho áo hơi của nồi nấu malt, nước nóng dùng pha trộn.
Thiết bị	Nồi nấu malt
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Việc tối ưu hóa quá trình đường hóa phù hợp với chất lượng nguyên liệu malt, gạo đầu vào, bổ sung enzyme vào hỗn hợp dịch giúp bỏ qua các công đoạn ủ kích thích enzyme không cần thiết và làm giảm thời gian đường hóa, giảm lượng nước nóng và hơi sử dụng. Từ đó giúp giảm lượng năng lượng sử dụng trực tiếp tại công đoạn.

3.5. Công đoạn lọc và rửa bã hèm

Đầu vào	Dịch đường chứa bã hèm	Đầu ra	Dịch đường sau lọc
Quá trình	Mục tiêu của công đoạn là thu hồi tối đa dịch đường. Bã hèm được lọc ra khỏi dịch nha bằng các thiết bị lọc. Sau lọc, bã hèm được rửa bằng nước nóng để thu hồi lượng dịch đường.		
Năng lượng	Điện năng chạy động cơ bơm		
	Nhiệt nóng sử dụng là nước nóng cho hoạt động rửa bã		
Thiết bị	Thùng lọc/Máy lọc khung bản/Mash Filter		
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Lượng dịch đường thu được cao sẽ giúp lượng bia sản xuất được cao, làm tăng hiệu suất sử dụng năng lượng. Lượng nhiệt thất thoát của dịch đường tỷ lệ thuận với thời gian lọc. Trong 3 loại thiết bị lọc phổ biến hiện nay trong ngành bia, thiết bị lọc Mash Filter đang có ưu thế hơn cả về hiệu quả chiết xuất đường và thời gian lọc.		

3.6. Công đoạn nấu hoa bia

Đầu vào	Dịch đường	Đầu ra	Dịch nha sau khi nấu với hoa bia
Quá trình	Dịch đường sau lọc được đưa vào nồi nấu hoa, bổ sung thêm hoa bia, cao hoa và đun sôi ở 100°C trong 60-90 phút. Mục đích của công đoạn là trích ly chất đắng, tinh dầu thơm polyphenol, các hợp chất chứa nito và các thành phần khác trong hoa bia vào dịch đường, cô đặc và khử trùng dịch đường. Ngoài ra, công đoạn này giúp làm giảm các hợp chất dimethyl sulfide gây mùi không mong muốn thông qua quá trình bốc hơi. Lượng hơi bốc lên trong quá trình đun sôi dịch đường được thu hồi để sản xuất nước nóng.		
Năng lượng	Điện năng chạy động cơ bơm, cánh khuấy		
	Nhiệt nóng sử dụng là hơi nước bão hòa để đun nồi nấu hoa		
Thiết bị	Nồi nấu hoa Thiết bị trao đổi nhiệt sản xuất nước nóng		

Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Công đoạn nấu hoa bia chiếm tới 30-40% lượng nhiệt tiêu thụ của quá trình sản xuất. Ngoài việc một lượng nhỏ nhiệt thất thoát qua trao đổi nhiệt với môi trường, phần lớn lượng nhiệt thất thoát qua quá trình chuyển pha từ lỏng sang khí của hơi bốc trong nồi nấu hoa. Do đó, vấn đề giảm lượng hơi bốc là ưu tiên hàng đầu để tiết kiệm năng lượng trong công đoạn. Giảm thời gian nấu hoa bia là một xu hướng tiết kiệm năng lượng ở công đoạn này. Việc sử dụng cao hoa bia bổ sung giúp làm giảm thời gian nấu hoa. Giải pháp đun ở áp suất chân không cũng là một xu hướng giúp giảm lượng nhiệt thất thoát nhờ duy trì nhiệt độ của nồi nấu hoa ở mức thấp.
---------------------------------------	---

3.7. Công đoạn lắng nóng

Đầu vào	Dịch nha sau khi nấu với hoa bia	Đầu ra	Dịch nha sau khi lắng
Quá trình	Lắng nóng dịch nha để loại bỏ hoa bia và các chất keo tụ hình thành trong quá trình nấu		
Năng lượng	Điện năng chạy động cơ bơm, cánh khuấy		
Thiết bị	Thiết bị lắng xoáy		
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Năng lượng tiêu hao của quá trình là điện năng chạy động cơ bơm, năng lượng thất thoát là nhiệt năng tổn thất ra môi trường. Để tiết kiệm năng lượng ở công đoạn này, việc sử dụng động cơ hiệu suất cao cho bơm và cách nhiệt cho thiết bị được áp dụng.		

3.8. Công đoạn làm lạnh dịch nha

Đầu vào	Dịch nha nóng sau lắng	Đầu ra	Dịch nha đã làm lạnh
Quá trình	Làm lạnh nhanh dịch nha từ 95°C xuống nhiệt độ 8-12°C phù hợp cho quá trình lên men. Quá trình làm lạnh được thực hiện theo hai giai đoạn. Giai đoạn đầu tiên làm lạnh dịch nha từ 95°C xuống 25-30°C bằng nước ở nhiệt độ thông thường. Nước nóng sau khi thu hồi ở 70-80°C được sử dụng cho các công đoạn khác trong nhà nấu. Giai đoạn 2 làm lạnh dịch nha từ 25-30°C xuống 8-12°C bằng môi chất lạnh là nước lạnh hoặc glycol lạnh. Việc làm lạnh nhanh dịch nha giúp ngăn sự nhiễm khuẩn, giảm sự hình thành Dimethyl Sulfide gây mùi		
Năng lượng	Điện năng chạy động cơ của bơm Nhiệt lạnh sử dụng là nước lạnh 3°C hoặc glycol lạnh từ hệ thống lạnh		
Thiết bị	Thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm/ dạng ống		
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Sử dụng các động cơ hiệu suất cao, lắp đặt biến tần cho bơm giúp điều chỉnh lưu lượng các chất lỏng trong thiết bị trao đổi nhiệt, giảm điện năng tiêu thụ. Giảm thời gian trao đổi nhiệt bằng các thiết bị trao đổi nhiệt có diện tích trao đổi nhiệt lớn giúp hạn chế sự thất thoát nhiệt ra ngoài môi trường, thu hồi được tối đa lượng nhiệt trong dịch nha.		

3.9. Công đoạn lên men

Đầu vào	Dịch nha đã làm lạnh	Đầu ra	Bia chưa lọc
Quá trình	Dịch nha sau khi làm lạnh được bổ sung oxy 6-8 mg/l phục vụ quá trình lên men. Men được cấy trong bồn cấy men và được trộn vào dịch nha. Quá trình lên men diễn ra trong các tank có bảo ôn. Quá trình lên men gồm hai giai đoạn là lên men chính và lên men phụ được thực hiện trong cùng một thiết bị. Quá trình lên men được kiểm soát bằng các hệ thống đo lường, điều khiển nhiệt độ và nồng độ đường. Quá trình lên men chính diễn ra quá trình chuyển hóa phần lớn đường trong dịch nha thành cồn Ethanol, CO₂ và một số sản phẩm định hình cho hương vị bia tạo thành bia non. Thời gian của lên men chính thường từ 5 - 7 ngày. Quá trình lên men phụ diễn ra ngay sau lên men chính, lượng đường còn lại trong dịch được chuyển hóa với tốc độ chậm. Quá trình này giúp ổn định thành phần của bia (tạo hương vị, tạo bọt, giữ bọt, khử các thành phần không mong muốn như diacetyl, andehyd, rượu bậc cao). Thời gian lên men phụ thường từ 14-21 ngày hoặc hơn tùy thuộc vào từng loại bia. CO₂ phát sinh trong quá trình lên men được thu hồi để nạp lại vào bia trong quá trình bão hòa CO₂.		
Năng lượng	Điện năng chạy động cơ bơm		
	Nhiệt lạnh sử dụng là môi chất lạnh glycol		
Thiết bị	Hệ thống sục oxy/Thùng sục oxy Bồn cấy men Tank lên men		
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Duy trì nhiệt độ của tank lên men tiêu hao nhiều năng lượng điện của hệ thống lạnh. Do đó, giảm thời gian lên men hoặc tăng nhiệt độ lên men đều giúp giảm nhu cầu lượng nhiệt lạnh sử dụng. Hiện nay, một số phương pháp hoặc loại men mới giúp giảm thời gian lên men đã được nghiên cứu và áp dụng trong sản xuất bia. Trong các giai đoạn lên men, một lượng năng lượng lớn được sử dụng để sản xuất nước lạnh hoặc glycol để làm mát dung dịch đến nhiệt độ lên men cần thiết trong một thời gian nhất định tùy thuộc vào yêu cầu của quy trình. Phương pháp tối ưu hóa cho quá trình làm mát có thể giúp giảm mức tiêu thụ điện cho quy trình.		

3.10. Công đoạn thu hồi CO₂

Đầu vào	CO ₂ từ lên men bia	Đầu ra	CO ₂ nạp cho bia thành phẩm
Quá trình	CO ₂ thu hồi từ công đoạn lên men bia được thu hồi, trải qua các công đoạn rửa, nén hóa lỏng và lưu trữ trong các bồn chứa. Lượng CO ₂ này được sử dụng cho công đoạn bão hòa CO ₂ cho bia thành phẩm.		
Năng lượng	Điện năng chạy động cơ máy nén, bơm, quạt		
Thiết bị	Tháp rửa CO ₂ Máy nén		

	Tháp giải nhiệt
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Sử dụng động cơ hiệu suất cao cho các hệ thống máy nén, bơm, quạt. Lắp đặt biến tần cho các động cơ. Thu hồi nhiệt năng từ quá trình nén khí CO ₂ để sản xuất nước nóng và nhiệt lạnh từ quá trình bay hơi CO ₂ trước khi bão hòa cho bia thành phẩm.

3.11. Công đoạn lọc trong, pha bia và bão hòa CO₂

Đầu vào	Bia chưa lọc	Đầu ra	Bia thành phẩm
Quá trình	Bia trải qua quá trình lọc giúp tách nấm men, các chất kết tủa, chất rắn lơ lửng để tạo độ trong cho bia. Quá trình này có thể tiến hành ở hai thiết bị lọc thô và lọc tinh riêng biệt hoặc một thiết bị duy nhất. Thông thường, bột trợ lọc được sử dụng giúp tăng tốc quá trình lọc. Bia được pha tới nồng độ yêu cầu bằng nước khử khí oxy giúp hạn chế sự oxy hóa làm giảm chất lượng của bia. Hệ thống sản xuất nước khử khí oxy được sử dụng. Việc bão hòa CO₂ được thực hiện ngay trong công đoạn này để tạo ra bia thành phẩm. Toàn bộ quá trình lọc, pha bia và bão hòa CO₂ được thực hiện ở nhiệt độ thấp 0 - 4°C giúp giữ CO₂ trong bia và hạn chế sự phát triển của vi sinh vật.		
Năng lượng	Điện năng chạy động cơ bơm, cánh khuấy, máy nén Nhiệt lạnh sử dụng là glycol lạnh tới từ hệ thống lạnh giúp duy trì nhiệt độ thấp trong toàn bộ quá trình.		
Thiết bị	Thiết bị lọc bia Hệ thống sản xuất nước khử Oxy Bồn pha bia và bão hòa CO₂		
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Sử dụng động cơ hiệu suất cao cho các hệ thống máy nén, bơm, cánh khuấy, thiết bị lọc. Lắp đặt biến tần cho các động cơ. Giảm thời gian lọc giúp tránh thất thoát nhiệt lạnh bằng các hệ thống lọc hiệu suất cao.		

3.12. Công đoạn tách cồn

Đầu vào	Bia chưa tách cồn	Đầu ra	Bia không cồn thành phẩm
Quá trình	Quá trình tách cồn Ethanol ra khỏi sản phẩm bia được thực hiện theo nhiều phương pháp khác nhau: Chưng cất bia ở áp suất chân không giúp đảm bảo hương vị bia không bị thay đổi bởi nhiệt độ. Nguyên lý của phương pháp là nhiệt độ sôi khác nhau giữa nước và ethanol. Phương pháp này sử dụng nhiệt nóng từ lò hơi phục vụ quá trình chưng cất và điện cho hệ thống bơm, quạt, máy nén chân không. Màng lọc thẩm thấu ngược cho nước và ethanol đi qua, giữ lại các hợp chất hương vị của bia. Cho nước đi ngược lại màng lọc hòa trộn với các hợp chất hương vị để tạo ra bia không cồn. Phương pháp chủ yếu sử dụng điện năng chạy hệ thống bơm.		

	Lên men giới hạn giúp sản xuất bia có nồng độ cồn thấp bằng các loại nấm men đặc biệt ít sinh cồn hoặc ngừng quá trình lên men sớm.
Năng lượng	Điện năng chạy các hệ thống bơm, máy nén, quạt
	Nhiệt nóng sử dụng là hơi nước bão hòa cho quá trình chưng cất
Thiết bị	Thiết bị chưng cất tách cồn/Thiết bị lọc màng
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Xu hướng sử dụng phương pháp lên men giới hạn để hạn chế hình thành ethanol. Từ đó, bỏ qua công đoạn tách cồn và không tiêu hao năng lượng cho quá trình này.

3.13. Công đoạn chiết rót bia

Đầu vào	Bia thành phẩm	Đầu ra	Bia đóng trong chai thủy tinh, lon, keg, chai nhựa
Quá trình	Công đoạn rửa và chiết rót bia vào chai thủy tinh: Chai thủy tinh sau khi thu hồi được đưa vào hệ thống rửa tự động, trải qua các giai đoạn: xử lý sơ bộ bằng nước áp lực, ngâm trong dung dịch kiềm nóng (70-80°C) để khử trùng, rửa trung hòa axit và tráng lại bằng nước tinh khiết. Sau khi kiểm tra, chai sạch được đưa vào dây chuyền chiết rót, nơi bia được bơm vào chai trong môi trường CO₂ để tránh oxy hóa. Cuối cùng, chai được đóng nắp và vận chuyển sang hầm thanh trùng. Công đoạn rửa và chiết rót bia vào lon: Lon nhôm trước tiên được phun khí nén áp lực cao để loại bỏ bụi bẩn, sau đó trải qua quá trình rửa bằng dung dịch kiềm nhẹ và tráng sạch với nước. Công đoạn chiết rót diễn ra trong môi trường khí CO₂ để đảm bảo độ tươi ngon của bia. Hệ thống chiết rót chính xác điều chỉnh lượng bia và áp suất, giúp lon bia đạt tiêu chuẩn chất lượng. Cuối cùng, lon được ghép kín và vận chuyển sang hầm thanh trùng. Công đoạn rửa và chiết rót bia vào keg: bắt đầu bằng việc thổi sạch bã bia còn sót lại bằng khí nén, sau đó rửa ngược bằng dung dịch kiềm nóng (75-80°C) để khử trùng, tráng axit và súc rửa với nước vô trùng. Quá trình chiết rót diễn ra trong điều kiện kín khí, sử dụng hệ thống bơm áp lực CO₂ để đẩy bia vào keg mà không tiếp xúc với không khí. Công đoạn rửa và chiết rót bia vào chai nhựa PET: Chai PET được làm sạch bằng khí ion hóa hoặc chùm tia laser để loại bỏ bụi bẩn mà không cần nước. Quá trình chiết rót sử dụng hệ thống phun áp lực trong buồng kín chứa CO₂, đảm bảo hạn chế tối đa oxy hóa. Chai được đóng nắp tự động ngay sau khi rót, kèm theo kiểm tra rò rỉ bằng cảm biến.		
Năng lượng	Điện năng chạy động cơ bơm, băng truyền, máy thanh trùng chai bằng tia UV,...		
	Nhiệt nóng là hơi nước bão hòa phục vụ quá trình sản xuất nước nóng, dung dịch xút nóng phục vụ quá trình rửa.		
Thiết bị	Hệ thống rửa chai thủy tinh, lon, keg, chai nhựa PET Hệ thống chiết rót		

Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Tối ưu hóa hệ thống rửa: - Sử dụng lượng nước, dung dịch kiềm, dung dịch axit phù hợp - Cài đặt thời gian của các công đoạn rửa phù hợp - Sử dụng khí nén với áp suất phù hợp Tối ưu hóa hệ thống chiết: hạn chế lượng bia hao phí trong quá trình chiết. Áp dụng các công nghệ rửa mới: - Công nghệ ECA (Electro-Chemical Activation) thay thế dung dịch kiềm nóng, dung dịch axit trong quá trình rửa; - Công nghệ rửa siêu âm giúp giảm thời gian và lượng nước sử dụng.
---------------------------------------	--

3.14. Công đoạn thanh trùng bia chai thủy tinh, bia lon

Đầu vào	Bia chai thủy tinh, bia lon sau chiết rót	Đầu ra	Bia chai thủy tinh, bia lon đã thanh trùng
Quá trình	Công đoạn thanh trùng giúp bất hoạt nấm men, vi sinh vật còn sót lại trong bia sau lọc, tăng thời hạn sử dụng của bia. Quá trình này được thực hiện sau khi chiết. Thời gian thanh trùng bia lon ngắn hơn thời gian thanh trùng bia chai thủy tinh vì khả năng dẫn nhiệt lon nhôm cao hơn chai thủy tinh. Thanh trùng đường hầm: Chai và lon đi vào hầm thanh trùng trên băng chuyền. Quá trình thanh trùng được thực hiện bằng nước nóng tưới trực tiếp lên chai, lon giúp gia nhiệt cho bia. Hầm thanh trùng được chia thành nhiều khoang với nhiệt độ khác nhau (khoang nâng nhiệt sơ bộ 45°C, khoang thanh trùng 60°C, khoang làm nguội 45°C, khoang làm mát 35°C và khoang làm lạnh 25°C). Nước nóng được tuần hoàn từ khoang có nhiệt độ cao xuống khoang có nhiệt độ thấp giúp giảm lượng nước và nhiệt năng sử dụng.		
Năng lượng	Điện năng chạy động cơ bơm, băng truyền Nhiệt nóng là hơi nước bão hòa để sản xuất nước nóng phục vụ quá trình thanh trùng		
Thiết bị	Hầm thanh trùng tunnel		
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Thay thế nguồn nhiệt: Sử dụng bơm nhiệt sản xuất nước nóng thay thế hoạt động sản xuất nước nóng từ hơi nước. Tuy nhiên, bơm nhiệt sẽ yêu cầu điện năng chạy động cơ máy nén, bơm. Do đó, cần có sự so sánh trước khi thực hiện giải pháp này. Việc sản xuất nước lạnh từ bơm nhiệt có thể thay thế một phần nước lạnh của nhà máy bia. Thu hồi nhiệt: Nước làm mát của hầm thanh trùng chứa một lượng nhiệt. Lượng nước này có thể được thu hồi và sử dụng.		

3.15. Công đoạn thanh trùng bia hơi

Đầu vào	Bia sau bão hòa CO ₂	Đầu ra	Bia đã thanh trùng phục vụ chiết rót
Quá trình	Thanh trùng nhanh là một phương pháp xử lý nhiệt phổ biến trong ngành đồ uống nhằm kéo dài thời hạn sử dụng và đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm. Thay vì làm nóng cả chai/lon bia đã đóng gói, bia được thanh trùng		

	nhánh bằng cách đi qua một hệ thống trao đổi nhiệt khung bản. Bia sẽ được gia nhiệt nhanh chóng lên nhiệt độ cao (72–74°C) trong một khoảng thời gian rất ngắn (thường chỉ 7 giây), sau đó làm lạnh lại ngay về 0–4°C. Quá trình gia nhiệt và làm lạnh đột ngột giúp tiêu diệt các vi sinh vật gây hại (như nấm men, vi khuẩn) có thể làm hỏng bia mà vẫn giữ được hương vị tươi ngon.
Năng lượng	Điện năng chạy động cơ bơm
	Nhiệt nóng là hơi nước bão hòa dùng cho sản xuất nước nóng cho quá trình trao đổi nhiệt
	Nhiệt lạnh là môi chất glycol lạnh
Thiết bị	Thiết bị trao đổi nhiệt khung bản
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Thu hồi nhiệt: Nước nóng sau quá trình trao đổi nhiệt được tuần hoàn lại.

3.16. Các hệ thống phụ trợ

3.16.1. Hệ thống CIP

Đầu vào	Nước, dung dịch NaOH, dung dịch HCl	Đầu ra	Nước thải sau vệ sinh
Quá trình	CIP (Clean-in-Place) là một hệ thống làm sạch tự động không cần tháo rời thiết bị, đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong ngành sản xuất bia. Công đoạn này đảm bảo vệ sinh tuyệt đối cho toàn bộ đường ống, bồn chứa, máy móc và các bề mặt tiếp xúc trực tiếp với bia. Quy trình CIP thường bao gồm các bước tuần tự: - Tráng sơ bộ bằng nước: Loại bỏ các cặn bẩn thô. - Rửa bằng dung dịch kiềm nóng: Phá vỡ các chất hữu cơ như protein, carbohydrate. - Tráng lại bằng nước: Rửa sạch dung dịch kiềm. - Rửa bằng dung dịch axit: Loại bỏ cặn khoáng và trung hòa pH. - Tráng cuối cùng bằng nước: Đảm bảo không còn tồn dư hóa chất. - Khử trùng (tùy chọn): Sử dụng hóa chất hoặc hơi nước nóng để tiêu diệt vi sinh vật. Các dung dịch kiềm, dung dịch axit sau rửa được thu hồi và tuần hoàn giúp giảm lượng nước thải và lượng hóa chất sử dụng. CIP giúp tiết kiệm thời gian, nhân công, giảm thiểu rủi ro nhiễm khuẩn và duy trì chất lượng bia ổn định, đáp ứng các tiêu chuẩn vệ sinh an toàn thực phẩm.		
Năng lượng	Điện năng chạy động cơ bơm, hệ thống điều khiển, ...		
	Nhiệt nóng là hơi nước bão hòa làm nóng nước và dung dịch xút nóng		
Thiết bị	Hệ thống vệ sinh thiết bị CIP		

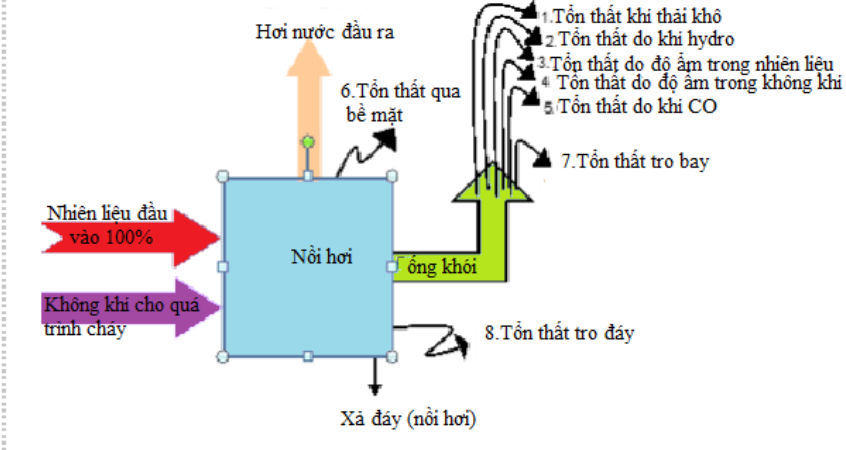
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Tối ưu hóa quá trình CIP ở thiết bị và đường ống: - Giảm thời gian CIP giúp giảm thời gian chạy của động cơ bơm, lượng nước và hóa chất sử dụng. Có thể sử dụng các quả cầu CIP có khả năng xoay đơn trục, đa trục. - Sử dụng bơm có áp suất làm việc phù hợp. Thay thế chất tẩy rửa: Công nghệ ECA (Electro-Chemical Activation) thay thế dung dịch kiềm nóng, dung dịch axit trong quá trình rửa. Giảm lượng nước nóng sử dụng.
---------------------------------------	--

3.16.2. Xử lý nước cấp

Đầu vào	Nước ngầm, nước sông, nước thủy cục	Đầu ra	Nước sạch sử dụng trong sản xuất bia
Quá trình	Nước cấp đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong sản xuất bia, chiếm tới 85–95% tổng thành phần của sản phẩm. Chất lượng nước không chỉ ảnh hưởng trực tiếp đến hương vị, màu sắc, độ trong của bia mà còn tác động lớn đến hiệu quả của các quá trình công nghệ sản xuất bia. Hệ thống xử lý nước cấp của các nhà máy bia sẽ không hoàn toàn giống nhau tùy thuộc vào nguồn nước đầu vào là nước mặt, nước ngầm, hay nước thủy cục. bao gồm các quá trình như sau: - Xử lý bằng hóa chất PAC, Chlorine (áp dụng với nước sông, nước ngầm) - Lọc cát: loại bỏ các hạt, bùn đất, cát, rỉ sét và các tạp chất lớn khác có trong nước. - Lọc than hoạt tính: loại bỏ các chất gây mùi, màu, các hợp chất hữu cơ và đặc biệt là Chlorine/Chloramine dư thừa trong nước. - Lọc Polisher: loại bỏ cặn lơ lửng sau quá trình lọc cát, lọc than hoạt tính. - Lọc RO: loại bỏ gần như toàn bộ các ion khoáng và tạp chất hòa tan khác.		
Năng lượng	Điện năng cho động cơ bơm		
Thiết bị	Hệ thống bể lắng, bể lọc, thiết bị lọc RO và các động cơ bơm		
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Giảm lượng nước sử dụng trong quá trình sản xuất và hệ thống phụ trợ: Tuần hoàn, tối ưu hóa nước sử dụng ở các công đoạn rửa chai, vệ sinh thiết bị CIP, thanh trùng. Tuần hoàn nước ngưng, hạn chế xả đáy trong hệ thống lò hơi. Động cơ bơm: Sử dụng động cơ hiệu suất cao, lắp đặt biến tần.		

3.16.3. Lò hơi và hệ thống phân phối hơi

Đầu vào	Nhiên liệu hóa thạch (than, dầu DO, dầu FO, khí NG), nhiên liệu sinh khối, nước, không khí	Đầu ra	Hơi nước bão hòa, khói thải
----------------	--	---------------	-----------------------------

Quá trình	Trong lò hơi, phản ứng cháy giữa nhiên liệu và oxy trong không khí sinh nhiệt. Nước đi vào trong lò hơi được gia nhiệt tới nhiệt độ sôi và chuyển pha thành hơi nước bão hòa. Hơi nước được phân phối tới các quá trình sản xuất như nhà nấu bia, hệ thống CIP, hệ thống rửa chai và thanh trùng. Áp suất hơi nước phổ biến ở các nhà máy bia là 7 bar. Dưới đây là sơ đồ hệ thống lò hơi với các tổn thất chính.  Hiện nay, nhiều nhà máy bia không còn sản xuất hơi. Nhà máy chuyển sang mua hơi từ từ một bên khác vận hành theo mô hình ESCO.
Năng lượng	Điện năng chạy động cơ bơm, quạt, hệ thống cấp liệu
Thiết bị	Lò hơi, hệ thống đường ống phân phối hơi, hệ thống thu hồi nước ngưng, hệ thống khác
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Hệ thống sản xuất và cung cấp hơi là khu vực có tiềm tiết kiệm năng lượng nhiều nhất trong nhà máy bia bởi các vấn đề sau: Tổn thất trong lưu trữ than: - Tổn thất do thoát sàn: xảy ra khi than được lưu trữ trong sàn không có bê tông. Theo thời gian, than mịn bắt đầu chìm xuống đất, từ từ mất giá trị nhiệt. - Tổn thất do chất đóng: chiều cao tốt nhất để lưu trữ than là 2-2,5 m. Vượt quá độ cao này, than có khả năng cháy âm ỉ trong giữa đống gây tổn thất. Tổn thất nhiệt theo khói thải: nồng độ oxy trong khói thải vượt ngưỡng cho phép mang theo một lượng nhiệt ra ngoài môi trường. Nguyên nhân là hiệu suất đốt thấp hoặc lượng không khí cấp vào lò hơi lớn hơn nhu cầu. Thu hồi nhiệt khí thải: khói thải mang theo nhiệt lượng thất thoát ra môi trường. Để thu hồi lượng nhiệt này, các nhà máy thường lắp thêm bộ trao đổi nhiệt economizer dùng khói thải trao đổi nhiệt với nước cấp vào lò hơi Tối ưu hóa xả nước đáy lò hơi: Hoạt động xả nước đáy lò hơi là yêu cầu bắt buộc để hạn chế hình thành cặn bám trên bề mặt trao đổi nhiệt. Tuy nhiên việc xả nước gây tổn thất nhiệt. Do đó, việc lắp bộ xả đáy tự động theo nồng độ chất rắn hòa tan trong nước được khuyến khích áp dụng.

	Rò rỉ hơi nước: thường là vấn đề bị bỏ qua do không đủ thời gian dừng hoạt động cho sửa chữa. Kiểm soát các khu vực/vị trí xảy ra rò rỉ hơi nước và lên kế hoạch bảo trì giúp hạn chế loại tổn thất này. Bảo ôn thiết bị và đường ống phân phối hơi: hoạt động bảo ôn của các nhà máy bia trong hệ thống phân phối hơi rất tốt. Tuy nhiên, hoạt động kiểm tra bảo ôn đường ống, thiết bị, van không thể thiếu trong vận hành. Thu hồi nhiệt từ hơi flash: nhiệt năng trong hơi flash thường không được chú trọng và bị xả bỏ cùng với khí không ngưng.
--	--

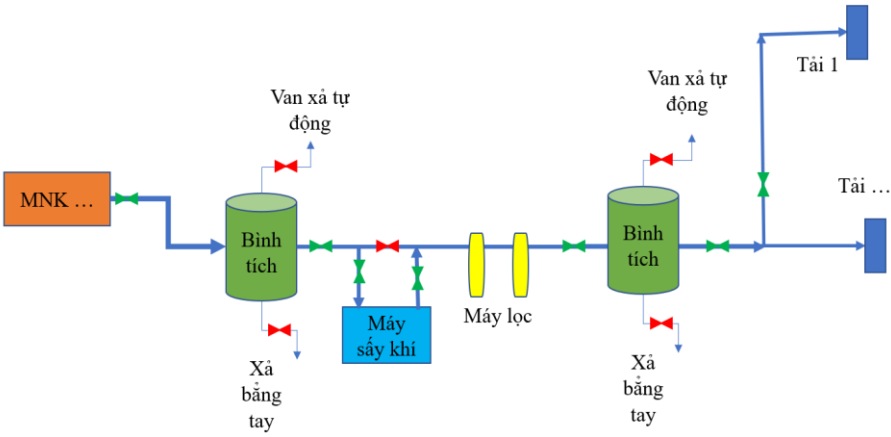
3.16.4. Hệ thống lạnh

Đầu vào	Môi chất (glycol/nước) chưa làm lạnh	Đầu ra	Môi chất đã làm lạnh (nước, glycol)
Quá trình	Trong các nhà máy sản xuất bia quy mô công nghiệp, hệ thống lạnh đóng vai trò thiết yếu, đảm bảo các giai đoạn quan trọng như làm lạnh dịch nha, kiểm soát nhiệt độ lên men, ủ và tàng trữ bia diễn ra chính xác. Để đạt được hiệu quả cao và an toàn, các nhà máy này thường sử dụng ammonia (NH_3) làm tác nhân lạnh và glycol hoặc nước làm chất tải lạnh. NH_3 dạng khí được nén trong máy nén lên nhiệt độ, áp suất cao và đi qua dàn ngưng tụ thành NH_3 lỏng. Sau đó, NH_3 được bay hơi trong bình bay hơi (thiết bị trao đổi nhiệt) để làm lạnh chất tải lạnh. Chất tải lạnh sau đó được bơm đi khắp nhà máy, qua các áo lạnh của bồn lên men, bồn tàng trữ, hoặc các thiết bị làm lạnh khác như bộ trao đổi nhiệt tẩm làm lạnh dịch nha. Glycol được ưu tiên vì có điểm đóng băng thấp, giúp hệ thống hoạt động hiệu quả ở nhiệt độ âm mà không lo bị đóng băng. Nước lạnh có thể được sử dụng khi yêu cầu nhiệt độ không quá thấp (ví dụ: trên 0°C), thường sử dụng làm mát cho các thiết bị phụ trợ hoặc quá trình sơ bộ. Việc sử dụng chất tải lạnh gián tiếp giúp tách biệt NH_3 khỏi khu vực sản xuất bia, tăng cường an toàn và linh hoạt trong vận hành, đồng thời giảm thiểu rủi ro nhiễm bẩn sản phẩm nếu có sự cố rò rỉ chất tải lạnh.		
Năng lượng	Điện năng chạy động cơ máy nén, bơm chất tải lạnh, bơm nước tháp giải nhiệt		
Thiết bị	Hệ thống máy lạnh bao gồm các thiết bị chính như: Máy nén (trục vít/piston), bình ngưng, tháp giải nhiệt, bình bay hơi và các thiết bị phụ khác của hệ thống lạnh		
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Sử dụng máy nén hiệu suất cao: Đầu tư vào các loại máy nén hiện đại, có hệ số hiệu suất làm lạnh (COP) cao. Các máy nén piston nhiều xi-lanh hoặc máy nén trục vít với công nghệ điều khiển công suất tiên tiến. Điều khiển tốc độ động cơ (VSD): Lắp đặt biến tần cho động cơ máy nén, bơm giúp điều chỉnh tốc độ máy nén, bơm theo tải lạnh thực tế. Giảm áp suất ngưng tụ và tăng áp suất bay hơi:		

	- Áp suất ngưng tụ: Đảm bảo tháp giải nhiệt hoạt động hiệu quả (vệ sinh định kỳ, tối ưu lưu lượng nước và quạt) để giảm nhiệt độ nước làm mát bình ngưng, từ đó giảm áp suất ngưng tụ. Mỗi 1 bar giảm áp suất ngưng tụ có thể tiết kiệm 4-5% năng lượng cho máy nén. - Áp suất bay hơi: Duy trì nhiệt độ bay hơi của chất tải lạnh ở mức cao nhất có thể mà vẫn đáp ứng được yêu cầu làm lạnh của quá trình sản xuất. Kiểm soát khí không ngưng: Khí không ngưng tích tụ trong hệ thống làm tăng áp suất ngưng tụ. Thường xuyên xả khí không ngưng để duy trì hiệu suất hoạt động của bình ngưng. Bảo trì định kỳ: Thường xuyên kiểm tra, vệ sinh và thay dầu máy nén theo khuyến nghị của nhà sản xuất để duy trì hiệu suất tối ưu. Cải thiện cách nhiệt đường ống, bồn chứa và thiết bị: Tổn thất nhiệt qua đường ống, bồn chứa và thiết bị không được cách nhiệt tốt là một nguồn lãng phí năng lượng đáng kể. Tái sử dụng nhiệt thải: nhiệt thải ở tháp giải nhiệt có thể được thu hồi và sử dụng cho các công đoạn trong sản xuất bia. Trong một số trường hợp, có thể sử dụng bơm nhiệt nâng nhiệt độ của nhiệt thải lên cao hơn, phục vụ cho các ứng dụng cần nhiệt độ cao. Hệ thống lạnh phân tầng (Cascade cooling): Đối với các nhà máy lớn có nhiều mức nhiệt độ yêu cầu khác nhau, có thể thiết kế hệ thống lạnh phân tầng với các cấp bay hơi khác nhau. Điều này giúp tối ưu hóa hiệu suất của máy nén ở từng mức nhiệt độ, giảm tiêu hao điện năng.
--	---

3.16.5. Hệ thống khí nén

Đầu vào	Không khí	Đầu ra	Khí nén
Quá trình	Hệ thống khí nén là một phần không thể thiếu trong vận hành nhà máy bia hiện đại, đóng vai trò cung cấp năng lượng cho nhiều công đoạn quan trọng. Khí nén trong nhà máy bia cần đạt độ sạch cao, thường là khí nén không dầu (oil-free air), để đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm và tránh làm hỏng sản phẩm. Các ứng dụng chính của khí nén bao gồm: • Vận hành van và thiết bị điều khiển: các van tự động, xi lanh khí nén trong hệ thống đường ống, bồn chứa và các thiết bị chiết rót đều sử dụng khí nén để điều khiển hoạt động đóng/mở hoặc di chuyển các bộ phận. • Thổi bao bì: Trong dây chuyền chiết rót lon/chai/keg, khí nén thường được dùng để thổi sạch bụi bẩn và các vật lạ bên trong bao bì rỗng. • Khí nén điều khiển: Một số thiết bị tự động hóa khí nén sạch, khô để hoạt động chính xác. Ví dụ thiết bị lọc dạng khung bản. Một hệ thống khí nén điển hình bao gồm máy nén khí, bộ lọc khí (lọc thô, lọc tinh, lọc than hoạt tính), máy sấy khí (sấy lạnh hoặc sấy hấp thụ để loại		

	bỏ hơi ẩm), bình chứa khí và hệ thống đường ống phân phối. Việc duy trì hệ thống khí nén hiệu quả, không rò rỉ và có chất lượng khí phù hợp là rất quan trọng để đảm bảo hoạt động sản xuất liên tục và tiết kiệm năng lượng. 
Năng lượng	Điện năng
Thiết bị	Hệ thống máy nén trục vít/pitton
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Giảm nhiệt độ không khí đầu vào: nhiệt độ không khí đầu vào cao gây ảnh hưởng tới quá trình nén và tiêu tốn điện năng. Do đó, việc thông gió cho phòng máy nén là rất quan trọng. Giảm thiểu và khắc phục rò rỉ khí nén: Rò rỉ là nguyên nhân lãng phí năng lượng lớn nhất trong hệ thống khí nén, đôi khi chiếm tới 20–30% tổng lượng khí nén sản xuất ra. - Kiểm tra định kỳ và sửa chữa các điểm rò rỉ. - Phân vùng và cô lập các khu vực không sử dụng khí nén trong thời gian nghỉ hoặc không hoạt động. Tối ưu hóa áp suất vận hành: Mỗi 1 bar giảm áp suất có thể tiết kiệm khoảng 7% năng lượng tiêu thụ cho máy nén. Cần xác định áp suất tối thiểu mà thiết bị cuối cùng yêu cầu và điều chỉnh áp suất hệ thống xuống mức phù hợp với trở lực của hệ thống. Sử dụng bình tích khí có dung tích phù hợp: Bình tích khí giúp ổn định áp suất hệ thống và giảm số lần máy nén phải khởi động/dừng, hoặc giảm tần suất hoạt động của máy nén tải/không tải. Lắp đặt biến tần (VSD) cho động cơ máy nén khí: Máy nén có biến tần có thể điều chỉnh tốc độ động cơ theo nhu cầu khí nén thực tế. Điều này đặc biệt hiệu quả khi tải khí nén thay đổi, giúp tránh lãng phí năng lượng ở chế độ không tải hoặc tải một phần. Lựa chọn máy nén có hiệu suất cao: Đầu tư vào máy nén có công nghệ hiện đại, chỉ số hiệu suất năng lượng (Specific Power) thấp. Lắp đặt bộ điều khiển trung tâm: Đối với các hệ thống có nhiều máy nén, sử dụng bộ điều khiển trung tâm để tối ưu hóa hoạt động của từng máy nén, đảm bảo chúng chạy ở điểm hiệu quả nhất và cân bằng tải.

	Thu hồi nhiệt thải: Máy nén khí thải ra một lượng nhiệt đáng kể. Nhiệt thải từ máy nén có thể sử dụng gia nhiệt nước nóng cung cấp các công đoạn khác trong nhà máy. Bảo trì định kỳ và giám sát - Vệ sinh bộ lọc khí đầu vào: Bộ lọc khí đầu vào bẩn sẽ làm tăng áp suất hút và giảm hiệu suất máy nén. - Kiểm tra và bảo dưỡng van: Đảm bảo các van hoạt động trơn tru, không bị kẹt. - Giám sát và phân tích: Lắp đặt đồng hồ đo lưu lượng, áp suất và công suất tiêu thụ để theo dõi hiệu suất hệ thống. Sử dụng dữ liệu này để xác định các cơ hội cải tiến và tính toán hiệu quả tiết kiệm.
--	---

3.16.6. Xử lý nước thải

Đầu vào	Nước thải của quá trình sản xuất và vệ sinh	Đầu ra	Nước đạt yêu cầu xả thải
Quá trình	Nước thải từ nhà máy bia là một dòng thải phức tạp, chứa nhiều chất hữu cơ (đường, tinh bột, protein, cồn), cặn bã từ lúa mạch, hoa houblon, nấm men cùng với các hóa chất tẩy rửa (kiềm, axit) từ quá trình CIP. Nếu không được xử lý đúng cách, nước thải này có thể gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Do đó, hệ thống xử lý nước thải là một phần không thể thiếu, đảm bảo nhà máy tuân thủ các quy định về môi trường và hoạt động bền vững. Hệ thống xử lý nước thải bia thường bao gồm các giai đoạn chính: • Xử lý sơ bộ (Pre-treatment): Mục đích là loại bỏ các chất rắn lơ lửng, cặn bã lớn và điều chỉnh pH. Giai đoạn này có thể bao gồm song chắn rác, bể lắng cát, bể lắng sơ cấp, và bể điều hòa để ổn định lưu lượng và nồng độ. Đôi khi, quá trình đông tụ/kết bông cũng được áp dụng để tăng hiệu quả loại bỏ chất rắn. • Xử lý sinh học (Biological treatment): Đây là giai đoạn quan trọng nhất, nơi các vi sinh vật phân hủy chất hữu cơ có trong nước thải. Các công nghệ phổ biến bao gồm: - Kỵ khí (Anaerobic): Thường được ưu tiên cho nước thải bia do nồng độ chất hữu cơ cao. Quá trình này tạo ra khí sinh học (biogas) có thể được thu hồi và sử dụng làm nhiên liệu, giúp tiết kiệm năng lượng. Các công nghệ điển hình là UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) hoặc EGSB (Expanded Granular Sludge Bed). - Hiếu khí (Aerobic): Sau xử lý kỵ khí, nước thải thường tiếp tục được xử lý hiếu khí (ví dụ: bể aerotank với bùn hoạt tính) để loại bỏ hoàn toàn các chất hữu cơ còn lại và Nitơ, Phốt pho. Quá trình này cần sạch khí, tiêu tốn năng lượng.		

	• Xử lý thứ cấp/hoàn thiện (Tertiary treatment/Polishing): Sau xử lý sinh học, nước thải có thể qua các bước lọc (lọc cát, lọc than hoạt tính) và khử trùng (UV hoặc Chlorine) để đạt tiêu chuẩn xả thải nghiêm ngặt hơn hoặc để tái sử dụng nước cho một số mục đích.
Năng lượng	Điện năng
Thiết bị	Hệ thống xử lý nước thải bao gồm các bể thu gom, điều hoà, lắng, kỵ khí, sinh học...; và các thiết bị hỗ trợ quá trình xử lý bao gồm: - Hệ thống động cơ khuấy trộn; - Hệ thống động cơ của máy thổi khí
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	Giảm lượng nước thải trong quá trình sản xuất và hệ thống phụ trợ: Tuần hoàn nước thải ở các công đoạn rửa chai, vệ sinh thiết bị CIP, thanh trùng. Tuần hoàn nước ngưng, hạn chế xả đáy trong hệ thống lò hơi. Động cơ bơm, máy thổi khí: Sử dụng động cơ hiệu suất cao, lắp đặt biến tần.

CHƯƠNG 4: CÁC CÔNG NGHỆ CẢI THIẾN HIỆU QUẢ NĂNG LƯỢNG TRONG NGÀNH CÔNG NGHIỆP BIA

Dựa trên tiềm năng tiết kiệm năng lượng trong quá trình sản xuất bia đề cập ở chương 3, chương 4 tài liệu sẽ đi sâu chi tiết vào từng giải pháp tiết kiệm năng lượng cụ thể:

- Các giải pháp tiết kiệm năng lượng trong quá trình sản xuất bia (Bảng 4.1);
- Các giải pháp tiết kiệm năng lượng của hệ thống phụ trợ (Bảng 4.2).

Bảng 4.1. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng trong quá trình sản xuất bia

Công đoạn sản xuất bia	Thời gian hoàn vốn		Mức tiết kiệm năng lượng (MJ/hl)
	1 – 3 năm	> 3 năm	
Công đoạn hồ hóa và đường hóa			
Thiết bị nấu gạo Jet cooker		x	Dữ liệu hạn chế
Thiết bị lọc Mash Filter	x		17
Công đoạn nấu dịch nha với hoa bia			
Thiết bị trao đổi nhiệt ngưng tụ hơi bốc		x	1 - 20
Thiết bị thu hồi nhiệt hơi bốc kiểu Injector	x		14-16
Máy nén hơi bốc		x	21
Hệ thống nấu Steinecker Stromboli	x		28
Công nghệ nấu Simmer & Strip		x	Dữ liệu hạn chế
Nấu bia nồng độ cao	x		12 - 20
Nấu dịch nha ở áp suất thấp	x		29 - 36
Tách dịch nha trong bã hoa bia và cặn lắng	x		18 - 38
Lên men bia			
Lên men liên tục	x		Dữ liệu hạn chế
Chế biến bia			
Sử dụng lọc màng trong thanh trùng bia		x	Dữ liệu hạn chế
Sử dụng lọc màng sản xuất bia không cồn		x	17
Thu hồi nhiệt trong công đoạn thanh trùng bia		x	1
Đóng gói			
Thu hồi nhiệt trong quá trình rửa chai, keg,...		x	5

Bảng 4.2. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng của hệ thống phụ trợ

Công đoạn phụ trợ	Thời gian hoàn vốn		Mức tiết kiệm năng lượng (MJ/hl)
	< 2 năm	> 2 năm	
Nồi hơi và phân phối hơi			
Cải thiện quy trình vận hành	x		3
Thu hồi nhiệt của khói thải		x	2
Thu hồi nhiệt của nước xả đáy		x	2 - 3

Bảo trì bẫy hơi	x		3
Giám sát tự động bẫy hơi	x		< 1
Sửa chữa rò rỉ hơi	x		5
Tuần hoàn nước ngưng	x		17 - 19
Cải thiện bảo ôn đường ống phân phối hơi	x		5 - 25
Hệ thống vệ sinh thiết bị CIP			
Công nghệ kích hoạt điện hóa ECA		x	Dữ liệu hạn chế
Sử dụng quả cầu CIP xoay đơn trục, đa trục	x		Dữ liệu hạn chế
Động cơ			
Lắp đặt biến tần	x		5 - 22
Sử dụng động cơ, bơm, máy nén hiệu suất cao	x		1 - 2
Hệ thống lạnh			
Lắp đặt hệ thống lạnh có công suất lạnh phù hợp với nhu cầu		x	1 - 2
Cải thiện bảo ôn đường ống lạnh	x		Dữ liệu hạn chế
Sử dụng nguồn nhiệt thừa cho máy lạnh hấp thụ		x	Dữ liệu hạn chế
Các hệ thống phụ trợ khác			
Chiếu sáng	x		2 - 5
Xử lý khí nước thải	x		5 - 9
Xử lý nước thải bằng lọc màng		x	Dữ liệu hạn chế

4.1. Nghiền ẩm

Công đoạn	Nghiền nguyên liệu	Công nghệ sử dụng	Nghiền ẩm
Phạm vi áp dụng	Quá trình nghiền malt		
Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Nghiền ẩm là một phương pháp xử lý malt bằng nước nóng trước khi nghiền giúp tăng hiệu suất của quá trình đường hóa và lọc bã hèm ra khỏi dịch đường. Hiện trạng: Nghiền ẩm được áp dụng để giải quyết một phần các hạn chế của phương pháp nghiền khô truyền thống. So sánh với nghiền ướt, nghiền ẩm không yêu cầu thay thế thiết bị nghiền. Công nghệ nghiền ẩm có thể áp dụng ở nhiều quy mô sản xuất.		
Cách cải tiến	Trước quá trình nghiền, malt được làm ẩm bằng nước nóng. Tổng hàm lượng nước tăng khoảng 0,7%. Điều này tương ứng với sự gia tăng hàm lượng nước		

	trong vỏ malt từ 1,5 – 1,7% và 0,3 – 0,5% nội nhũ¹. So với phương pháp nghiền khô truyền thống, "nghiền có điều kiện" mang lại các cải tiến sau: • Cải thiện quá trình lọc: Hình dạng vỏ malt được bảo toàn hơn giúp lớp lọc tự nhiên được hình thành nhanh hơn, giảm thời gian lọc. • Tăng hiệu suất đường hóa: Việc làm ẩm malt bằng nước nóng giúp kích hoạt sớm enzym Amylase trong malt. Từ đó, quá trình đường hóa diễn ra nhanh hơn, hiệu suất đường hóa tinh bột trong malt và gạo lớn hơn. • Chất lượng bia tốt hơn: Giảm thiểu các chất đắng, chất chất không mong muốn trong vỏ malt hòa tan vào dịch đường, giúp bia có hương vị tốt hơn. • Giảm bụi: Bằng cách làm ẩm vỏ hạt malt trước khi nghiền, công nghệ nghiền ẩm giúp giảm lượng bụi phát sinh trong quá trình nghiền malt.			
Công nghệ được sử dụng	Nguyên lý hoạt động: Malt được phun nước nóng (khoảng 70°C) trong buồng ngâm (steeping chamber) với thời gian 1-2 phút. Điều này làm vỏ hạt malt hấp thụ độ ẩm nhẹ, trong khi phần trong của hạt vẫn khô. Độ ẩm của malt, lượng nước nóng sử dụng cần được kiểm soát. Buồng ngâm có cánh đảo trộn giúp tạo độ ẩm đồng đều cho malt.			
Hiệu quả cải thiện	Tiết kiệm điện (kWh/hl)	-	Tỷ lệ điện tiết kiệm (%)	-
	Tiết kiệm nhiệt (MJ/hl)	-	Tỷ lệ nhiệt tiết kiệm (%)	-
	Tiết kiệm chi phí (VND/hl)	-	Mức đầu tư (Triệu VND)	-
	Thời gian hoàn vốn (năm)	-	Giảm phát thải KNK (kgCO₂/hl)	-
	N/A			

4.2. Thiết bị Jet cooker

Công đoạn	Hồ hóa	Công nghệ sử dụng	Jet cooker
Phạm vi áp dụng	Thiết bị nấu gạo		
Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Công nghệ Jet cooker được áp dụng để hồ hóa các phụ liệu như gạo trong sản xuất bia, sản xuất dịch cháo liên tục so với nồi nấu gạo theo mẻ truyền thống. Hiện trạng: Công nghệ Jet cooker hiện nay chỉ được áp dụng trong các nhà máy sản xuất Ethanol, chưa được áp dụng trong các nhà bia. Nguyên nhân, công nghệ này chỉ phù hợp với nhu cầu sản xuất lượng dịch cháo lớn và liên		

¹ <https://a2s.vn/66-61/He-thong-silo-va-xay-nghien-trong-nha-may-bia>

	tục. Do đó, công nghệ Jet cooker chỉ phù hợp với các nhà máy sản xuất bia có quy mô lớn.			
Cách cải tiến	Công nghệ Jet cooker có thể giải quyết các hạn chế của phương pháp hồ hóa theo mẻ truyền thống. Các cải tiến của công nghệ này: • Giảm nhiệt năng sử dụng: Công nghệ Jet cooker sử dụng hơi nước trực tiếp để làm chín và hồ hóa bột gạo, giúp giảm thất thoát trong quá trình truyền nhiệt và thất thoát nhiệt ra ngoài môi trường. • Giảm thời gian nấu gạo: Quá trình hồ hóa chỉ diễn ra trong 5 phút². Dịch cháo được tạo thành liên tục. Ngoài giảm thời gian hồ hóa, công nghệ này còn giúp giảm thời gian vệ sinh thiết bị giữa các mẻ. • Đáp ứng quy mô công suất lớn: Thay vì sử dụng nhiều nồi nấu gạo, công nghệ Jet cooker sản xuất được lượng dịch cháo lớn và liên tục nên thích hợp với các nhà máy có quy mô công suất lớn. Hạn chế của công nghệ này là yêu cầu độ sạch của hơi nước sử dụng phải đáp ứng các tiêu chuẩn thực phẩm.			
Công nghệ được sử dụng	Nguyên lý hoạt động: Công nghệ Jet cooker sử dụng nguyên lý phun hơi nước trực tiếp (Direct Steam Injection) để làm nóng nhanh hỗn hợp gạo và nước. Hơi nước được phun qua một ống phun cuốn theo hỗn hợp gạo vào buồng trộn. Hơi nước sẽ chuyển pha thành dạng lỏng và tỏa nhiệt để tạo ra nhiệt độ cao (80 - 100°C) hồ hóa tinh bột trong gạo. Sau buồng trộn, dịch cháo được bơm vào tank chứa có bảo ôn. Quá trình này diễn ra liên tục, cho phép sản xuất lượng lớn dịch cháo trong thời gian.			
Hiệu quả cải thiện	Tiết kiệm điện (kWh/hl)	-	Tỷ lệ điện tiết kiệm (%)	-
	Tiết kiệm nhiệt (MJ/hl)	-	Tỷ lệ nhiệt tiết kiệm (%)	-
	Tiết kiệm chi phí (VND/hl)	-	Mức đầu tư (Triệu VND)	-
	Thời gian hoàn vốn (năm)	-	Giảm phát thải KNK (kgCO₂/hl)	-
	N/A			

4.3. Thiết bị lọc Mash Filter cho quá trình lọc và rửa bã hèm

Công đoạn	Lọc và rửa bã hèm	Công nghệ sử dụng	Thiết bị lọc Mash Filter
Phạm vi áp dụng	Lọc và rửa bã hèm		

² <https://www.pro-sonix.com/ap-31-starch-conversion-jet-cooker-grain-ethanol/>

Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Thiết bị lọc Mash Filter sử dụng cho quá trình lọc và rửa bã hèm thay thế cho thùng lọc (lauter tun) và thiết bị lọc khung bản truyền thống. Thiết bị giúp loại bỏ bã hèm ra khỏi dịch nha và thu hồi triệt để lượng dịch đường còn sót lại trong bã. Hiện trạng: Thiết bị Mash Filter đã được sử dụng ở nhiều nhà máy sản xuất bia.
Cách cải tiến	Thiết bị Mash Filter có những ưu điểm vượt trội so với các thiết bị lọc truyền thống: • Giảm thời gian lọc và nhiệt lượng thất thoát: Thiết bị Mash Filter hoạt động theo nguyên lý áp lực, thời gian lọc nhanh hơn so với thùng lọc hoạt động theo nguyên lý trọng lực. Thời gian lọc thấp nên thất thoát nhiệt năng ra môi trường thấp. • Khả năng chiết xuất dịch đường cao: Mash Filter cho khả năng chiết xuất dịch đường trong bã hèm cao hơn thùng lọc và thiết bị lọc khung bản nhờ sử dụng khí nén để nén bã hèm. Lượng nước nóng dùng cho quá trình rửa bã thấp ($< 2,2 \text{ lít/kg malt}^3$).
Công nghệ sử dụng	Quá trình lọc bã hèm bằng thiết bị Mash Filter diễn ra theo một chu trình tự động hóa cao, thường gồm các bước sau: • Đóng tấm lọc (Plate Closing): Hệ thống thủy lực/khí nén ép chặt các tấm lọc lại với nhau, tạo thành các khoang lọc kín. • Đổ đầy mash (Mash Filling): Hỗn hợp mash từ nồi đường hóa (thường được nghiền mịn hơn so với lautertun) được bơm vào các khoang lọc dưới áp suất. Dịch nha bắt đầu thấm qua vải lọc và chảy ra ngoài qua các đường thu dịch, còn bã rắn bị giữ lại, dần hình thành bánh bã (filter cake). • Lọc sơ cấp (Primary Filtration/Wort Run-off): Quá trình bơm mash tiếp tục, dịch nha đầu tiên (first wort) được thu hồi. Áp suất trong khoang tăng dần khi bánh bã dày lên. • Ép màng (Membrane Squeezing): Sau khi bánh bã hình thành, nước hoặc khí nén được bơm vào phía sau các tấm màng, làm cho các màng này phồng lên và ép chặt vào bánh bã. Lực ép này giúp vắt kiệt tối đa lượng dịch nha còn sót lại trong bã, đồng thời làm bánh bã khô hơn. • Rửa bã (Sparging): Nước nóng (nước rửa bã) được bơm qua bánh bã dưới áp suất được kiểm soát. Nước rửa này hòa tan và đẩy lượng đường còn lại trong bã. Dịch rửa (thường có nồng độ đường thấp hơn) cũng được thu hồi riêng biệt hoặc trộn với dịch nha chính tùy thuộc vào quy trình của nhà máy. Quá trình ép màng có thể được lặp lại sau mỗi lần rửa.

³ <https://www.meura.com/documents/machines/meura2001hybridfichetechnique.pdf>

	• Thổi khí khô (Air Blow-out): Khí nén có thể được thổi qua bánh bã để làm khô thêm và loại bỏ nốt lượng chất lỏng còn lại trong bánh. • Xả bã (Cake Discharge): Hệ thống thủy lực/khí nén nhả áp lực, mở các tấm lọc ra từng tấm một. Bánh bã khô, chặt sẽ tự động rơi ra ngoài xuống máng thu bã bên dưới. • Vệ sinh vải lọc (Cloth Washing): Sau khi xả bã, vải lọc có thể được làm sạch bằng cách phun nước áp lực cao để loại bỏ cặn bã còn dính lại, chuẩn bị cho chu trình lọc tiếp theo.			
Hiệu quả cải thiện	Tiết kiệm điện (kWh/hl)	-	Tỷ lệ điện tiết kiệm (%)	-
	Tiết kiệm nhiệt (MJ/hl)	-	Tỷ lệ nhiệt tiết kiệm (%)	-
	Tiết kiệm chi phí (VND/hl)	-	Mức đầu tư (Triệu VND)	-
	Thời gian hoàn vốn (years)	-	Giảm phát thải KNK (kgCO ₂ /hl)	-
	N/A			

4.4. Giảm tỷ lệ bay hơi trong quá trình nấu hoa

Công đoạn	Nồi nấu hoa bia	Công nghệ sử dụng	Giảm tỷ lệ bay hơi trong quá trình nấu hoa
Phạm vi áp dụng	Nồi nấu hoa bia		
Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Quá trình nấu dịch đường với hoa bia là quá trình tiêu hao 30-40% năng lượng nhiệt trong nhà máy. Phương pháp nấu hoa truyền thống đòi hỏi tỷ lệ bay hơi tổng cao (8 - 12%) để tạo đủ sự khuấy trộn trong quá trình đun, giúp truyền nhiệt đồng đều cho dịch wort và loại bỏ các hợp chất bay hơi không mong muốn. Để giảm lượng hơi bốc trong nồi nấu và đảm bảo được các yêu cầu trên, hệ thống nấu Steinecker Stromboli của hãng Krones và công nghệ Dynamic low-pressure boiling đã được sử dụng. Công nghệ Simmer & Strip của hãng bia AB & Inbev theo nguyên lý tạo hiện tượng giả sôi bằng khí nitơ cũng giúp làm giảm tỷ lệ bay hơi. Tuy nhiên, công nghệ này đang được sở hữu độc quyền bởi hãng bia này. Hiện trạng: Việc giảm tỷ lệ bay hơi trong nồi nấu hoa đã được thực hiện ở nhiều nhà máy bia Việt Nam và trên thế giới. Phương pháp này yêu cầu thay đổi thiết bị nấu, chỉ phù hợp với các nhà máy có quy mô vừa và lớn hoặc các nhà máy mới đầu tư.		
Cách cải thiện	Quá trình chuyển pha từ lỏng sang khí cần một lượng nhiệt chuyển pha. Trong nồi nấu hoa bia, lượng hơi nước bay hơi lớn dẫn đến lượng hơi nước		

	gia nhiệt cho nồi nấu hoa bia lớn và gây tiêu tốn năng lượng. Do đó, việc giảm tỷ lệ bay hơi là yêu cầu cấp thiết. Theo báo cáo, mỗi 1% bay hơi trong quá trình nấu hoa sẽ tương ứng với mức tổn thất năng lượng cụ thể là 0,67 kWh/hl.
Công nghệ sử dụng	Hệ thống nấu Steinecker Stromboli giúp giảm tỷ lệ bay hơi xuống dưới 4%⁴. Nguyên lý hoạt động của hệ thống là sử dụng dịch nha tưới lên hơi bốc trong nồi để hạn chế sự bay hơi của nước. Dimethyl Sulfide có nhiệt độ bay hơi thấp hơn được tách ra khỏi dung dịch. Trung tâm của thiết bị là một ống venturi lớn với thiết bị trao đổi nhiệt. Hệ thống cũng có thể sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt bên ngoài, thích hợp với các hệ thống nấu cũ. Dịch nha di chuyển lên ống phun bằng tuần hoàn tự nhiên của quá trình đun sôi và sự hỗ trợ của bơm. Quá trình vận hành nồi nấu được chia thành 3 giai đoạn: • Giai đoạn 1: Đun kết hợp tuần hoàn tự nhiên và bơm để nâng nhiệt độ của nồi. • Giai đoạn 2: Đun sôi, tạm dừng bơm tuần hoàn, nhu cầu năng lượng của nồi trong giai đoạn này thấp. • Giai đoạn 3: Quá trình bay hơi (tách mùi) diễn ra mạnh, tuần hoàn tự nhiên và bơm được tiếp tục. Công nghệ Dynamic low-pressure boiling: Gia nhiệt dịch nha ở áp suất 1150 mbar, tương ứng nhiệt độ sôi 103°C. Khi đạt đến áp suất này, áp suất được giảm nhanh chóng xuống 1050 mbar và nhiệt độ 101°C⁵. Quá trình này diễn ra nhiều lần trong đun sôi, tạo ra hiện tượng bay hơi chớp nhoáng (flash evaporation), kèm theo sự hình thành bọt và bong bóng bên trong nồi nấu. Điều này giúp loại bỏ các hợp chất bay hơi không mong muốn và hỗ trợ quá trình kết tủa của các chất keo tụ. Để áp dụng được công nghệ này, thể tích nồi nấu cần lớn hơn 30% so với hệ thống tiêu chuẩn và dịch nha được tuần hoàn 20 – 30 lần mỗi giờ. Hệ thống nấu Steinecker Stromboli và Công nghệ Dynamic low-pressure

⁴ https://www.steinecker.com/media/downloads/stromboli_en.pdf

⁵ <https://greenbestpractice.jrc.ec.europa.eu/print/pdf/node/237>

	boiling có thể được kết hợp trong cùng một thiết bị. Trong trường hợp này, giai đoạn thứ ba của hệ thống nấu Steinecker Stromboli được tiến hành quá trình Dynamic low-pressure boiling.			
Hiệu quả cải thiện	Tiết kiệm điện (kWh/hl)	-	Tỷ lệ điện tiết kiệm (%)	-
	Tiết kiệm nhiệt (MJ/hl)	-	Tỷ lệ nhiệt tiết kiệm	-
	Tiết kiệm chi phí (VND/hl)	-	Chi phí đầu tư (Triệu đồng VND)	-
	Thời gian hoàn vốn (năm)	-	Giảm phát thải KNK (kgCO ₂ /hl)	-
	N/A			

4.5. Gia nhiệt dịch đường trước nồi nấu hoa

Công đoạn	Nồi nấu hoa	Công nghệ sử dụng	Gia nhiệt dịch đường trước nồi nấu hoa	
Phạm vi áp dụng	Tất cả các nhà sản xuất bia.			
Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Sử dụng nhiệt lượng thu hồi từ hơi bốc trong nồi nấu hoa gia nhiệt dịch đường trước khi cung cấp sang nồi nấu hoa. Hiện trạng: Nhiệt lượng thu hồi từ hơi bốc có thể sản xuất nước nóng phục vụ các quá trình đường hóa, vệ sinh thiết bị, v.v.. Trong những năm gần đây, một số nhà máy bia đã áp dụng “hệ thống lưu trữ năng lượng” để thu hồi nhiệt lượng này gia nhiệt cho dịch đường trước công đoạn nấu hoa bia.			
Cách cải tiến	Gia nhiệt dịch đường từ 72°C lên khoảng 90°C bằng cách sử dụng nhiệt thu hồi từ dung dịch ngưng tụ hơi. Giải pháp này giúp giảm lượng hơi nước sử dụng ở nồi nấu hoa.			
Công nghệ sử dụng	Nguyên lý hoạt động: Hệ thống bao gồm bộ ngưng tụ hơi, bể lưu trữ năng lượng, bể chứa dịch đường tiền gia nhiệt và thiết bị gia nhiệt dịch đường. Bể lưu trữ năng lượng chứa nước với sự phân tầng nhiệt độ bên trong, nước lạnh hơn ở đáy và nước nóng hơn ở trên đỉnh. Nước lạnh từ phần đáy (khoảng 77°C) được sử dụng để ngưng tụ hơi bốc trong bộ ngưng tụ hơi. Nước sau thiết bị ngưng tụ (khoảng 97°C) tuần hoàn về bể lưu trữ. Lượng nước này được sử dụng gia nhiệt dịch đường từ 72°C lên khoảng 90°C. Nước sau trao đổi nhiệt được tuần hoàn trở lại bộ lưu trữ năng lượng. Bên cạnh đó, nước ngưng trong bộ ngưng tụ được lưu trữ trong một bể khác để sử dụng cho các quy trình khác như vệ sinh.			
Hiệu quả cải thiện	Tiết kiệm điện (kWh/hl)		Tỷ lệ điện tiết kiệm (%)	
	Tiết kiệm nhiệt (MJ/hl)	6.8	Tỷ lệ nhiệt tiết kiệm (%)	68

Tiết kiệm chi phí (VND/hl)	24.213	Chi phí đầu tư(Triệu đồng VND)	52.83
Thời gian hoàn vốn (năm)		Giảm phát thải KNK (kgCO ₂ /hl)	0.64

Bảng dữ liệu so sánh khi chưa có gia nhiệt và có tiền gia nhiệt ở cùng tỷ lệ bay hơi 4%

Dữ liệu	Tiêu chuẩn	Với hệ thống lưu trữ năng lượng
Tỷ lệ bay hơi [%]	4	4
Nhiệt độ khi bắt đầu gia nhiệt [°C]	75	92
Nhiệt độ khi bắt đầu nấu [°C]	99	99
Năng lượng để gia nhiệt [kJ/hl]	10,176	2,968
Thời gian gia nhiệt [phút]	48	14
Số mẻ nấu mỗi ngày	10.8	14.5

Việc lắp đặt bộ ngưng tụ hơi và bộ trao đổi nhiệt dạng tấm để thu hồi nhiệt từ hơi dịch nha có thể giảm 70% năng lượng cần thiết để gia nhiệt dịch nha từ 72°C lên 90°C trong nồi nấu hoa. Một báo cáo cho rằng 3,6% là tỷ lệ bay hơi tối thiểu để thu hồi đủ nhiệt cho quá trình tiền gia nhiệt dịch nha. Khi tỷ lệ bay hơi vượt quá con số này, năng lượng thu hồi thừa có thể dùng cho các quy trình vệ sinh hoặc gia nhiệt nước.

Cụ thể, các mức giảm năng lượng có thể so sánh khi sử dụng tiền gia nhiệt dịch nha như sau:

- **Không sử dụng tiền gia nhiệt dịch nha:** gia nhiệt 1.000 hl dịch nha từ 75°C lên 100°C cần 10.000 MJ;
- **Sử dụng tiền gia nhiệt dịch nha:** gia nhiệt 1.000 hl dịch nha từ 92°C lên 100°C chỉ cần 3.200 MJ.

Do đó, mức tiết kiệm đạt được là 6.800 MJ, tương đương 68%.

Dữ liệu từ Mahou-San Miguel tại Alovera cho thấy khoản đầu tư khoảng 1.800.000 EUR với mức tiết kiệm năng lượng hàng năm lên tới 825.000 EUR.

4.6. Dùng cao hoa để giảm thời gian nấu hoa

Công đoạn	Nấu hoa bia	Công nghệ sử dụng	Sử dụng cao hoa thay thế một phần hoa bia
Phạm vi áp dụng	Nấu dịch đường với hoa bia		
Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Việc sử dụng cao hoa trong sản xuất bia được thúc đẩy bởi nhu cầu giảm chi phí năng lượng. Cao hoa giúp giảm lượng nguyên liệu thô (hoa bia tươi hoặc viên nén), giảm thời gian nồi nấu hoa.		

	Hiện trạng: Các công ty lớn như Anheuser-Busch và Heineken đã sử dụng cao hoa để tối ưu hóa quy trình sản xuất, đặc biệt trong các dòng bia lager quy mô lớn. Các nhà cung cấp cao hoa như John I. Haas và Yakima Valley Hops cũng báo cáo rằng nhiều nhà máy bia craft ở Mỹ và châu Âu sử dụng cao hoa để tăng hiệu quả.		
Cách cải tiến	Cao hoa là sản phẩm được chiết xuất từ hoa bia, thường bằng phương pháp sử dụng CO ₂ siêu tới hạn, tạo ra một dạng nhựa dính chứa alpha acid, beta acid và tinh dầu. Trong quy trình nấu hoa bia, alpha acid cần được isomer hóa (chuyển thành iso-alpha acid) để tạo độ đắng. Với hoa bia, quá trình này yêu cầu đun sôi lâu (60 - 90 phút) để chiết xuất và chuyển hóa alpha acid. Cao hoa, do đã được cô đặc, chỉ cần thời gian đun sôi ngắn hơn (khoảng 30 phút) để đạt được độ đắng mong muốn.		
Công nghệ sử dụng	Không cần thiết bị đặc biệt mới để sử dụng cao hoa, vì nó có thể được tích hợp vào hệ thống nấu bia hiện có. Cao hoa thường được thêm vào nồi nấu (brew kettle). Việc dùng cao hoa thay thế hoa bia cần được tính toán chính xác để không bị ảnh hưởng tới chất lượng bia.		
Hiệu quả cải tiến	Tiết kiệm điện (kWh/hl)	-	Tỷ lệ điện tiết kiệm (%) -
	Tiết kiệm nhiệt (MJ/hl)	-	Tỷ lệ nhiệt tiết kiệm (%) -
	Tiết kiệm chi phí (VND/hl)	-	Chi phí đầu tư (Triệu đồng VND) -
	Thời gian hoàn vốn (năm)	-	Giảm phát thải KNK (kgCO₂/hl) -
	N/A		

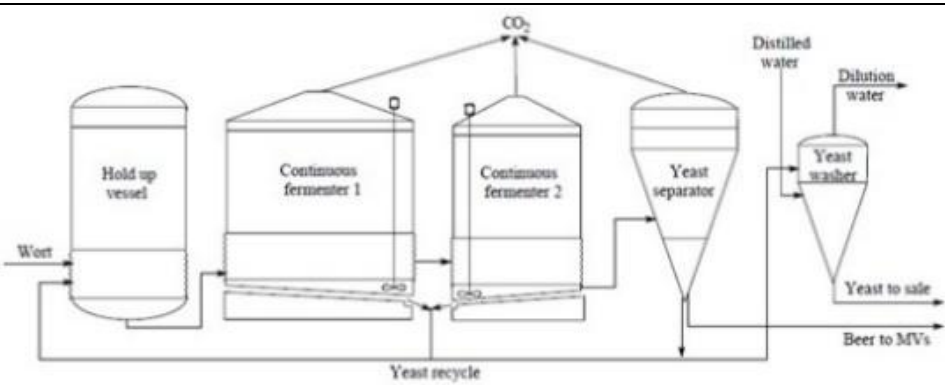
4.7. Lên men liên tục

Công đoạn	Lên men bia	Công nghệ sử dụng	Lên men liên tục
Phạm vi áp dụng	Hoạt động sản xuất bia quy mô vừa và lớn.		
Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Lên men liên tục là một phương pháp sản xuất bia, trong đó dịch nha được nạp vào và bia thành phẩm được rút ra một cách liên tục từ hệ thống lên men, thay vì theo từng mẻ như truyền thống. Hệ thống này thường bao gồm một hoặc nhiều bồn lên men được nối tiếp, nơi nấm men được duy trì ở nồng độ cao và ổn định. Dịch nha mới liên tục chảy qua, được nấm men chuyển hóa thành cồn và CO ₂ , sau đó bia non liên tục được thu hồi.		

	Hiện trạng: Trong hơn 100 năm qua, nhiều phương pháp lên men liên tục đã được nghiên cứu. Tuy nhiên việc ứng dụng của công nghệ này còn rất hạn chế. Thành công nhất là hệ thống của Morton Coutts sử dụng nhiều bể lên men nối tiếp được áp dụng trong nhà máy sản xuất bia lên men liên tục bắt đầu từ 1957 ở New Zealand. Ngoài ra, một thiết bị phản ứng lên men liên tục (immobilized yeast reactor) sử dụng giá thể cố định nấm men cũng được áp dụng ở một nhà máy bia ở Phần lan.⁶												
Cách cải tiến	Việc giảm tiêu thụ năng lượng và nước trong nhà máy bia có thể đạt được thông qua chuyển đổi từ hệ thống sản xuất bia theo mẻ sang hệ thống sản xuất bia liên tục. Hệ thống lên men liên tục có thể bao gồm ba bể khuấy và một bể không khuấy, nơi bia được tách ra khỏi nấm men. Hệ thống sử dụng chủng nấm men có tính kết bông, giúp nấm men kết tủa và được thu gom vào cuối quá trình lên men. Từ bể thứ tư (bể không khuấy), bia đã được làm trong sẽ chảy sang bể ủ ấm, nơi hương vị tiếp tục được hoàn thiện nhờ hoạt động sinh học của nấm men. Tổng thời gian lưu của sản phẩm trong hệ thống dao động từ khoảng 40 đến 120 giờ, tùy thuộc vào yêu cầu sản xuất. Về nguyên tắc, các quy trình liên tục có hiệu suất năng lượng cao hơn, dễ kiểm soát hơn và do đó dẫn đến chi phí sản xuất thấp hơn. Những yếu tố thúc đẩy chính cho việc áp dụng công nghệ này bao gồm: • Giảm mức tiêu thụ tiện ích (nhiệt, điện, nước) vào giờ cao điểm; • Giảm tổn thất năng lượng và hao hụt chiết xuất; • Yêu cầu không gian lắp đặt thiết bị ít hơn; • Dễ dàng kiểm soát quy trình. So sánh giữa lên men theo mẻ và lên men liên tục: • Lên men theo mẻ bắt đầu bằng việc bổ sung toàn bộ chất dinh dưỡng ngay từ đầu. Vi sinh vật sẽ trải qua các giai đoạn sinh trưởng khác nhau và sản phẩm được thu hoạch sau khi quá trình kết thúc. Phương pháp này dễ thiết lập, phù hợp cho các chu kỳ ngắn và thuận tiện cho việc điều chỉnh thành phần dinh dưỡng. Tuy nhiên, phương pháp này có thể cho sinh khối thấp hơn và dễ bị nhiễm vi sinh vật hơn. • Lên men liên tục duy trì môi trường ổn định bằng cách liên tục bổ sung môi trường tươi và loại bỏ dịch cũ. <table><tr><th>Thông số</th><th>Lên men theo mẻ</th><th>Lên men liên tục</th></tr><tr><td>Bổ sung chất dinh dưỡng</td><td>Tất cả các chất dinh dưỡng được thêm vào lúc đầu</td><td>Chất dinh dưỡng được bổ sung liên tục trong suốt quá trình</td></tr><tr><td>Thu hoạch sản phẩm</td><td>Sản phẩm được chiết xuất vào cuối mẻ</td><td>Sản phẩm liên tục được loại bỏ trong quá trình</td></tr><tr><td>Tỷ lệ luân chuyển</td><td>Thấp</td><td>Cao</td></tr></table>	Thông số	Lên men theo mẻ	Lên men liên tục	Bổ sung chất dinh dưỡng	Tất cả các chất dinh dưỡng được thêm vào lúc đầu	Chất dinh dưỡng được bổ sung liên tục trong suốt quá trình	Thu hoạch sản phẩm	Sản phẩm được chiết xuất vào cuối mẻ	Sản phẩm liên tục được loại bỏ trong quá trình	Tỷ lệ luân chuyển	Thấp	Cao
Thông số	Lên men theo mẻ	Lên men liên tục											
Bổ sung chất dinh dưỡng	Tất cả các chất dinh dưỡng được thêm vào lúc đầu	Chất dinh dưỡng được bổ sung liên tục trong suốt quá trình											
Thu hoạch sản phẩm	Sản phẩm được chiết xuất vào cuối mẻ	Sản phẩm liên tục được loại bỏ trong quá trình											
Tỷ lệ luân chuyển	Thấp	Cao											

⁶ <https://beerandbrewing.com/dictionary/5ViRbfHuiP/>

43

	Tập trung sản phẩm	Các chất chuyển hóa thứ cấp (ví dụ, kháng sinh)	Các chất chuyển hóa chính (ví dụ, axit amin, axit hữu cơ)
	Rủi ro nhiễm khuẩn	Thấp	Cao
Công nghệ sử dụng			
	Nguyên lý thực hiện: Một phác thảo ngắn gọn về hệ thống lên men liên tục sẽ bao gồm các quy trình sau: - Thiết bị đầu tiên (gọi là bồn giữ trung gian – HUV) được sử dụng để kích thích sự phát triển của nấm men và đảm bảo dòng chảy ổn định của nấm men và bia trong các giai đoạn sau của quá trình lên men. Việc đưa nấm men vào dịch nha (wort) là một yếu tố gây căng thẳng đối với nấm men do nồng độ chất dinh dưỡng cao. Tuy nhiên, bằng cách trộn dịch nha với bia đã lên men một phần, nồng độ chất dinh dưỡng sẽ được giảm xuống, giúp quá trình lên men khởi đầu nhanh hơn. Thời gian lưu của hỗn hợp bia/dịch nha trong bồn đầu tiên khoảng 3 đến 4 giờ. - Trong bồn lên men thứ nhất (trong số hai bồn lên men chính), bia lên men một phần được tuần hoàn trở lại bồn giữ trung gian. Thời gian lưu trong bồn này khoảng 30 giờ hoặc lâu hơn, tùy thuộc vào nhu cầu sản xuất. Trong bồn lên men thứ hai, quá trình tinh chỉnh bia được thực hiện – đây là giai đoạn hoàn thiện chất lượng của bia sau lên men. Giai đoạn này kéo dài khoảng 12 giờ hoặc hơn. Sau đó, bia được chuyển đến thiết bị tách nấm men – là một bồn không khuấy với đáy hình nón. Bia chảy vào bồn, phần lớn nấm men lắng xuống đáy hình nón và được đưa trở lại đầu hệ thống lên men để trộn với dịch nha đầu vào. Trong quá trình này, lượng nấm men sinh ra thường vượt quá nhu cầu của quy trình sản xuất. Phần nấm men dư thừa sẽ được làm sạch để thu hồi tối đa lượng bia và sau đó có thể được bán. - Trong bồn ủ lạnh, bia được bảo quản trong điều kiện lạnh trong khoảng hai ngày để hoàn thiện quá trình trưởng thành.		
	Hiệu quả cải tiến	Tiết kiệm điện (kWh/hl)	0.3-2

44

	Tiết kiệm nhiệt (MJ/hl)		Tỷ lệ nhiệt tiết kiệm	
	Tiết kiệm chi phí (VND/hl)	594 – 3.960	Chi phí đầu tư (Triệu đồng VND)	1.500
	Thời gian hoàn vốn (năm)	2 - 3	Giảm phát thải KNK (kgCO ₂ /hl)	0.2 – 1.4
	- Việc sử dụng năng lượng, nước, hơi nước và lượng chất thải phát sinh đều giảm đáng kể so với quy trình nấu bia theo mẻ (batch). Cụ thể, đã có báo cáo cho thấy mức tiết kiệm năng lượng đạt khoảng 30 – 35% khi chuyển đổi từ hệ thống sản xuất theo mẻ sang hệ thống sản xuất liên tục. - Tùy thuộc vào quy mô và công nghệ, quá trình lên men theo mẻ tại các nhà máy bia ở Việt Nam tiêu thụ năng lượng từ 3,5 – 25 MJ/hl (tương đương khoảng 1 – 6,5 kWh/hl), chủ yếu phục vụ cho hệ thống làm lạnh. - Với mức tiết kiệm từ 30 – 35% khi chuyển sang lên men liên tục, nhà máy có thể tiết kiệm được khoảng 0,3 – 2 kWh/hl, tương ứng với mức giảm phát thải CO₂ khoảng 0,2 – 4 kgCO₂/hl. - Khí CO₂ sinh ra trong quá trình lên men được thu hồi từ đỉnh các bồn lên men, do đó không thải trực tiếp ra môi trường. Việc thu hồi CO₂ là khả thi và có thể tái sử dụng cho các quy trình khác (ví dụ: được làm sạch, nén và sử dụng lại trong chính nhà máy bia). - Chi phí lao động và đầu tư vốn cũng được cắt giảm nhờ quy trình lên men liên tục được đơn giản hóa và tự động hóa cao hơn so với quy trình theo mẻ.			

4.8. Thanh trùng bằng màng lọc

Công đoạn	Thanh trùng	Công nghệ sử dụng	Thanh trùng bằng màng lọc
Phạm vi áp dụng	Thanh trùng bia		
Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Công nghệ thanh trùng bằng lọc được áp dụng để đáp ứng nhu cầu ngày càng cao về chất lượng bia, đặc biệt là độ trong suốt và tuổi thọ. Nó giúp loại bỏ vi sinh vật gây hỏng mà không cần nhiệt, bảo toàn hương vị tự nhiên. Ngoài ra, công nghệ này tiết kiệm năng lượng, giảm chi phí sản xuất, và phù hợp với xu hướng sản xuất bền vững. Hiện trạng: Anheuser-Busch: Là tập đoàn bia lớn nhất thế giới, sử dụng sterile filtration để đảm bảo chất lượng và tuổi thọ của các thương hiệu như Budweiser.		

	• Heineken: Áp dụng sterile filtration trong các nhà máy toàn cầu để duy trì hương vị và độ trong suốt của bia. • MillerCoors: Sử dụng công nghệ lọc tiên tiến, bao gồm sterile filtration, để sản xuất bia quy mô lớn. • Nhà cung cấp thiết bị: Các công ty như Alfa Laval và Pall Corporation cung cấp hệ thống sterile filtration cho các nhà máy bia toàn cầu.
Cách cải tiến	Công nghệ thanh trùng bằng lọc được triển khai trong ngành sản xuất bia với các động lực chính sau: • Đảm bảo chất lượng và tuổi thọ của bia: Loại bỏ vi sinh vật gây hỏng hóc như vi khuẩn và nấm men giúp bia có thể lưu trữ lâu hơn mà không bị biến chất, đáp ứng yêu cầu của thị trường về bia chất lượng cao. • Duy trì hương vị và mùi thơm tự nhiên: Không như pasteurization (tiệt trùng bằng nhiệt), sterile filtration không sử dụng nhiệt độ cao, giúp bảo toàn hương vị và mùi thơm của bia, đặc biệt quan trọng với các dòng bia thủ công hoặc cao cấp. • Tiết kiệm năng lượng và chi phí: Sterile filtration tiêu thụ ít năng lượng hơn so với pasteurization, giúp giảm chi phí vận hành, đặc biệt trong các nhà máy bia quy mô lớn. • Bảo vệ môi trường: Giảm sử dụng năng lượng dẫn đến giảm phát thải khí nhà kính, phù hợp với xu hướng sản xuất bền vững. • Đáp ứng tiêu chuẩn vệ sinh: Công nghệ này đảm bảo bia đạt tiêu chuẩn vệ sinh thực phẩm, giảm nguy cơ nhiễm khuẩn trong quá trình sản xuất, lưu trữ, và vận chuyển.
Công nghệ sử dụng	Nguyên lý làm việc của công nghệ thanh trùng bằng lọc: • Thanh trùng bằng lọc sử dụng các bộ lọc có kích thước lỗ rất nhỏ (thường 0.45 - 0.65 μm) để giữ lại nấm men, vi sinh vật, và protein kết tủa trong bia. Quá trình này được gọi là "cold sterilization" vì không sử dụng nhiệt, đảm bảo bia giữ được hương vị tự nhiên. • Có hai phương pháp chính: lọc sâu (depth filtration) sử dụng chất trợ lọc như kieselguhr để loại bỏ các hạt lớn, và lọc tuyệt đối (absolute filtration) sử dụng màng lọc để loại bỏ vi sinh vật. • Bia sau khi lọc được chuyển trực tiếp đến công đoạn đóng gói, đảm bảo không bị tái nhiễm khuẩn. Cấu tạo của thiết bị: • Túi lọc (filter bags): Làm từ polypropylene hoặc vật liệu tương thích thực phẩm, được sử dụng để lọc sơ bộ hoặc lọc tinh, giữ lại các hạt lớn và vi sinh vật. • Cartridge lọc: Sử dụng trong hệ thống lọc cartridge, thường có kích thước lỗ 0.45 - 0.65 μm, đảm bảo loại bỏ vi sinh vật và protein kết tủa.

- **Lọc tấm (sheet filters):** Sử dụng các tấm lọc cellulose hoặc vật liệu tương tự, thường kết hợp với chất trợ lọc như kieselguhr để tăng hiệu quả lọc.
- **Hệ thống làm sạch tại chỗ (CIP):** Đảm bảo vệ sinh thiết bị, sử dụng dung dịch kiềm và nước nóng để tái tạo và khử trùng bộ lọc.
- **Hệ thống điều khiển:** Bao gồm cảm biến và van điều chỉnh để kiểm soát áp suất, lưu lượng, và nhiệt độ, đảm bảo quá trình lọc ổn định.



Mô đun thanh trùng bia bằng công nghệ lọc

Hiệu quả cải tiến	Năng lượng tiết kiệm (MJ/hl)		Tỷ lệ năng lượng tiết kiệm (%)	20 - 30
	Mức tiết kiệm chi phí (VND/hl)		Mức đầu tư (triệu VND)	
	Thời gian hoàn vốn (năm)	2 - 5	Giảm phát thải KNK (kgCO₂/hl)	10 - 20
	Hiệu quả của công nghệ thanh trùng bằng lọc được đánh giá qua các khía cạnh sau:			
	Lượng tiết kiệm: • Năng lượng: Sterile filtration tiết kiệm khoảng 20 - 30% năng lượng so với pasteurization do không cần làm nóng và làm mát bia. • Nguyên liệu: Loại bỏ vi sinh vật và protein kết tủa giúp giảm lãng phí bia do hỏng hóc, tăng hiệu suất sử dụng nguyên liệu. • Lao động: Hệ thống tự động hóa cao giảm nhu cầu lao động thủ công, tiết kiệm chi phí nhân công. Thời gian hoàn vốn: Tùy thuộc vào quy mô nhà máy, thời gian hoàn vốn thường từ 2 - 5 năm nhờ tiết kiệm năng lượng và chi phí vận hành. Chi phí đầu tư: Chi phí ban đầu cho hệ thống lọc vô trùng (túi lọc, cartridge, hoặc màng lọc) cao hơn so với pasteurization do yêu cầu thiết bị chuyên dụng và vật liệu lọc chất lượng cao. Tuy nhiên, lợi ích dài hạn từ tiết kiệm năng lượng và cải thiện chất lượng bia bù đắp chi phí này.			

Giảm phát thải: Giảm sử dụng năng lượng giúp giảm lượng khí thải CO₂, ước tính giảm 10 - 20% so với pasteurization.

4.9. Công nghệ ECA cho hệ thống CIP

Công đoạn	Hệ thống CIP	Công nghệ sử dụng	Công nghệ ECA (Công nghệ kích hoạt điện hóa)
Phạm vi áp dụng	Hệ thống CIP		
Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Hệ thống CIP (Clean in Place) dùng cho hoạt động vệ sinh thiết bị sau từng mẻ nấu. Hóa chất vệ sinh nhà máy bia sử dụng cho công đoạn này là dung dịch xút nóng, dung dịch axit. Hiện nay, công nghệ kích hoạt điện hóa (Electro-chemical Activation – ECA) là một phương pháp xử lý và khử trùng nước sử dụng các quá trình điện hóa để tạo ra các dung dịch khử trùng mạnh, an toàn và thân thiện với môi trường. Hiện trạng:		
Cách cải tiến	Theo phương pháp truyền thống, quy trình CIP (Clean-in-Place) thường bao gồm 5 bước làm sạch tuần tự như sau: • Rửa sơ bộ: thường sử dụng nước tuần hoàn (nước thu hồi từ các chu trình trước). • Rửa bằng dung dịch kiềm: thường là dung dịch NaOH nóng để loại bỏ chất hữu cơ và chất béo. • Tráng trung gian bằng nước sạch: loại bỏ phần còn lại của dung dịch kiềm. • Rửa bằng dung dịch axit: có thể dùng nóng hoặc lạnh, nhằm loại bỏ cặn khoáng (như đá vôi, protein kết tủa). • Tráng cuối cùng bằng nước sạch: đảm bảo không còn dư lượng hóa chất trước khi đưa thiết bị vào sử dụng lại. Nước kích hoạt điện hóa (Electrochemically Activated Water – ECA) được tạo ra thông qua quá trình điện phân bằng tế bào có màng (membrane cell electrolysis) trong một thiết bị chuyên dụng. Công nghệ này cho phép rút gọn quy trình làm sạch từ 5 bước xuống còn 3 bước. Thay vì quy trình truyền thống gồm làm sạch bằng kiềm – tráng trung gian – làm sạch bằng axit, bước xử lý bằng ECA mang lại hiệu quả làm sạch vượt trội với thời gian làm sạch được rút ngắn đáng kể.		
Công nghệ sử dụng	Nguyên lý thực hiện: Nước muối loãng với nồng độ NaCl từ 0,5 – 0,8% được đưa vào điện phân trong một buồng phản ứng gồm hai ngăn, được ngăn cách bởi một màng bán thấm. Quá trình điện phân được kiểm soát để chỉ 1 – 2% lượng nước muối tham gia phản ứng điện phân. Sau khi đi qua buồng phản ứng, quá trình này tạo ra hai loại dung dịch tại hai cực có tính chất		

	hoàn toàn khác nhau: • Dung dịch Anolyte: được tạo ra tại cực dương (anode), chứa các chất oxy hóa mạnh như axit hypochlorơ (HOCl), có tính kháng khuẩn cao và có khả năng tiêu diệt nhanh chóng các vi sinh vật. • Dung dịch Catholyte: được tạo ra tại cực âm (cathode), có tính kiềm mạnh, thường được sử dụng để tẩy rửa bề mặt thiết bị trong quy trình làm sạch.			
Hiệu quả cải tiến	Năng lượng tiết kiệm (kWh/hl)	-	Mức tiết kiệm nước (%)	30
	Tiết kiệm chi phí (triệu VND)	-	Mức đầu tư (Triệu VND)	1.500
	Thời gian hoàn vốn (năm)	-	Giảm phát thải GHG (kgCO₂/hl)	-
	Lợi ích của việc sử dụng ECA cho CIP: • Tăng thời gian sản xuất của nhà máy và hiệu quả hoạt động chung do CIP ngắn hơn, - tiết kiệm thời gian lên tới 70%. • Thay thế các hóa chất thông thường bằng các giải pháp ECA an toàn, nhanh chóng và hiệu quả, giúp tiết kiệm chi phí hóa chất lên tới 90%. • Các giải pháp ECA rất hiệu quả trong việc loại bỏ mùi vị nồng và dư lượng hương vị từ thiết bị chế biến. • Anolyte (Chất khử trùng) là một tác nhân kháng khuẩn phổ rộng, có hiệu quả chống lại nhiều loại vi sinh vật. • Thân thiện với môi trường: - Tiết kiệm nước lên đến 30%. - Tiết kiệm năng lượng – Tất cả các CIP đều được thực hiện ở nhiệt độ môi trường xung quanh. - An toàn trong tay người lao động, an toàn cho môi trường nhà máy bia. - Giảm thiểu chất thải độc hại. - Giảm phát thải CO₂. • ECA KHÔNG ảnh hưởng đến hương vị, màu sắc và hình thức của sản phẩm đồ uống.			

4.10. Lắp đặt VFD cho các hệ thống máy nén lạnh

Công đoạn	Hệ thống lạnh	Công nghệ sử dụng	Biến tần VFD
Phạm vi áp dụng	Hệ thống lạnh		

Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Đối với các nhà máy bia có công suất từ 50 triệu lít/năm trở lên, hệ thống lạnh đóng vai trò quan trọng và tiêu thụ năng lượng đáng kể. Hiện nay, phần lớn các nhà máy đã chuyển sang sử dụng máy nén lạnh trực vít do hiệu suất cao và phù hợp với nhu cầu làm lạnh lớn. Các máy nén này thường có công suất động cơ điện từ 210kW trở lên, dẫn đến mức tiêu thụ điện năng rất lớn trong toàn hệ thống. Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết về tối ưu hóa vận hành hệ thống và áp dụng các giải pháp tiết kiệm năng lượng. Hiện trạng: Để giảm tiêu hao điện năng cho hệ thống lạnh, nhiều nhà máy bia đã lắp đặt thêm biến tần cho động cơ máy nén lạnh. Việc lắp đặt thêm hệ thống biến tần cho máy lạnh trực vít, kết hợp với việc điều khiển năng suất lạnh bằng slide valve sẽ đạt kết quả tiết kiệm năng lượng rất tốt.			
Cách cải tiến	Với máy nén trực vít, việc điều chỉnh công suất làm lạnh theo tải được thực hiện thông qua van trượt (slide valve). Tuy nhiên, van trượt này không có tác dụng điều chỉnh công suất của động cơ. Khi van trượt điều chỉnh góc mở của khe hút máy nén, động cơ máy nén vẫn hoạt động ở chế độ toàn tải. Lượng điện năng tiêu thụ của động cơ chỉ giảm một phần là do lưu lượng chất tải lạnh giảm. Tuy nhiên, kiểu điều chỉnh công suất bằng van trượt chỉ giúp giảm một phần năng lượng tiêu thụ, bởi vì ngay cả khi tải giảm xuống 0% (chạy không tải), động cơ vẫn tiêu thụ một lượng điện năng lớn. Việc sử dụng biến tần làm thay đổi số vòng quay của động cơ theo nhu cầu tải lạnh thực tế. Điều này giúp giảm lượng điện năng sử dụng của động cơ máy nén.			
Công nghệ sử dụng	Biến tần (Variable Frequency Drive - VFD) khi lắp cho máy nén hệ thống lạnh hoạt động dựa trên nguyên tắc điều khiển tốc độ động cơ bằng cách thay đổi tần số và điện áp cung cấp. Hệ thống này gồm 3 giai đoạn chính: đầu tiên, nguồn điện xoay chiều (AC) 3 pha được chỉnh lưu thành điện một chiều (DC) nhờ bộ chỉnh lưu diode. Sau đó, bộ tụ điện sẽ lọc phẳng và ổn định điện áp DC. Cuối cùng, bộ nghịch lưu IGBT (Transistor lưỡng cực có cổng cách điện) sẽ chuyển đổi DC trở lại AC với tần số và điện áp có thể điều chỉnh được (0-50Hz hoặc cao hơn). Trong nhà máy bia, VFD giám sát liên tục tín hiệu áp suất và nhiệt độ từ hệ thống lạnh thông qua cảm biến. Khi nhu cầu làm lạnh giảm, VFD tự động điều chỉnh giảm tần số (có thể xuống 30-40Hz) để giảm tốc độ máy nén, tiết kiệm đáng kể điện năng (30-50%). Ngược lại, khi tải lạnh tăng đột ngột, VFD tăng dần tần số để đáp ứng kịp thời mà không gây sốc điện. Công nghệ PWM (Điều chế độ rộng xung) giúp tối ưu hóa hiệu suất chuyển đổi năng lượng (đạt 95-98%), đồng thời giảm thiểu tổn hao nhiệt. Nhờ vậy, hệ thống vận hành êm ái, giảm ồn, kéo dài tuổi thọ máy nén và tiết kiệm chi phí vận hành đáng kể cho nhà máy bia.			
Hiệu quả cải tiến	Năng lượng tiết kiệm (kWh/năm)	1,237,500	Mức tiết kiệm (%)	15- 35

	Tiết kiệm chi phí (triệu VND)	2,475	Mức đầu tư (Triệu VND)	1,200
	Thời gian hoàn vốn (năm)	0,5	Giảm phát thải KNK (tấn CO₂/năm)	815
Giả định kỹ thuật: - Số lượng máy nén: 2 máy - Công suất máy nén: 250 kW/máy - Giờ hoạt động: 20 giờ/ngày, 330 ngày/năm - Chi phí điện: 2,000 VNĐ/kWh - Tiết kiệm năng lượng dự kiến từ VFD: 25% (dựa trên tiêu chuẩn nhà máy bia thực tế) Tính toán tiết kiệm năng lượng: - Tổng công suất lắp đặt = 210 kW × 3 = 750 kW - Tiêu thụ năng lượng hàng năm (không có VFD) = 750 kW × 20 giờ/ngày × 330 ngày = 4,950,000 kWh/năm - Ước tính tiết kiệm năng lượng hàng năm (25%) = 4,158,000 × 25% = 1,237,500 kWh/năm Tính toán tiết kiệm chi phí = 1,237,500 kWh × 2,000 VNĐ = 2,475,000,000 VNĐ/năm Chi phí đầu tư VFD ước tính: Biến tần cho máy nén 250 – 315 kW thường có giá 400 – 500 triệu đồng/chiếc. Tổng chi phí cho 2 máy: ~1,2 tỷ đồng (bao gồm lắp đặt). Thời gian hoàn vốn = 1.2 tỷ VNĐ / 2.475 tỷ VNĐ = 0.48 năm (~5.8 tháng) → Hoàn vốn trong vòng chưa đầy 1 năm. Tất cả tiền tiết kiệm sau đó trở thành lợi nhuận ròng. Giảm phát thải CO₂ = 1,237,500 kWh × 0.0006592 tCO₂/kWh = 815 tấn CO₂/năm				
Nguồn tham khảo	Công ty Cổ phần Bia Sài Gòn - Hà Nam đang vận hành hai máy nén trục vít với công suất điện khoảng 250 kW mỗi máy, dẫn đến mức tiêu thụ điện năng rất lớn cho hệ thống làm lạnh. Nếu lắp đặt biến tần (VFD) cho các máy nén 250 kW này và điều chỉnh công suất làm lạnh thông qua việc thay đổi tốc độ máy nén thay vì sử dụng phương pháp điều khiển bằng van trượt truyền thống, hệ thống sẽ giảm đáng kể lượng điện tiêu thụ, đồng thời vẫn duy trì được các đặc tính vận hành ổn định để đáp ứng nhu cầu làm lạnh trong quá trình sản xuất bia. Giải pháp này được kỳ vọng sẽ tiết kiệm khoảng: 396 kWh/ngày; 1,201,200 kWh/năm; - Tương đương 187.7 triệu VND/năm tiền tiết kiệm chi phí điện năng; Với thời gian hoàn vốn ước tính là 35 tháng.			

4.11. Máy lạnh hấp thụ

Công đoạn	hệ thống lạnh	Công nghệ sử dụng	Máy lạnh hấp thụ	
Phạm vi áp dụng	Quy mô công suất lớn			
Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Máy lạnh hấp thụ là công nghệ lạnh ít được sử dụng khi công nghệ lạnh sử dụng máy nén được phát minh. Công nghệ này có chi phí đầu cao trong khi hiệu suất làm lạnh thấp. Tuy nhiên, công nghệ này có thể tận dụng nhiệt thải, giúp tiết kiệm một phần năng lượng điện sử dụng của hệ thống lạnh. Hiện trạng: Máy lạnh hấp thụ được sử dụng tại một số công ty sản xuất bia như Ustersbacher Brewery, Armeliten Brewery (Đức), Kirin Brewery (Nhật Bản), Antarctica (Brazil)...			
Cách cải tiến	Máy lạnh hấp thụ sử dụng nhiệt thải từ khói thải lò hơi hoặc các nguồn nhiệt thải trong quá trình sản xuất bia để vận hành, qua đó giảm được năng lượng sử dụng của hệ thống lạnh sử dụng máy nén.			
Công nghệ sử dụng	Máy lạnh hấp phụ (adsorption chiller) hoạt động dựa trên nguyên lý thu nhiệt từ quá trình hấp phụ và giải hấp của cặp chất hấp phụ/chất làm lạnh (thường là ammonia/nước cho làm lạnh dưới 0°C hoặc lithium bromide/nước cho làm lạnh trên 0°C), không sử dụng điện năng trực tiếp mà tận dụng nguồn nhiệt thải từ quá trình sản xuất bia. Quy trình gồm 4 giai đoạn kín: - Hấp phụ: Chất hấp phụ (ammonia) thu hơi nước (chất làm lạnh) ở buồng bay hơi, tạo hiệu ứng làm lạnh (4–12°C) cho nước glycol tuần hoàn. - Giải hấp: Khi bão hòa, chất hấp phụ được gia nhiệt bằng nhiệt thải để giải phóng hơi nước. - Ngưng tụ: Hơi nước ngưng tụ thành lỏng ở buồng ngưng (làm mát bằng nước tháp cooling tower). - Bay hơi: Nước lỏng giãn áp suất, bay hơi ở buồng bay hơi để hấp thụ nhiệt từ hệ thống lạnh.			
Hiệu quả cải tiến	Năng lượng tiết kiệm (kWh/hl)	-	Mức tiết kiệm nước (%)	-
	Tiết kiệm chi phí (triệu VND)	-	Mức đầu tư (Triệu VND)	-
	Thời gian hoàn vốn (năm)	-	Giảm phát thải GHG (kgCO ₂ /hl)	-

	Hiệu quả của việc triển khai máy lạnh hấp thụ trong sản xuất bia được đánh giá qua các khía cạnh sau: • Lượng tiết kiệm: Làm lạnh chiếm 30 - 40% tổng điện năng trong nhà máy bia. Máy lạnh hấp thụ có thể giảm chi phí điện bằng cách sử dụng nhiệt thải tùy quy mô nhà máy. • Bảo trì: Hệ thống này ít bộ phận chuyển động hơn so với máy nén khí, giảm chi phí bảo trì. • Thời gian hoàn vốn: Các công nghệ tiết kiệm năng lượng trong ngành bia thường có thời gian hoàn vốn từ 2 - 5 năm, tùy thuộc vào quy mô và mức độ tích hợp với các nguồn nhiệt thải. • Chi phí đầu tư: Chi phí ban đầu cho hệ thống máy lạnh hấp thụ cao hơn so với hệ thống máy nén lạnh truyền thống, do cần thiết bị chuyên dụng như bộ sinh và bộ hấp thụ. Tuy nhiên, lợi ích lâu dài từ tiết kiệm năng lượng và chi phí vận hành có thể bù đắp chi phí này. • Giảm phát thải: Bằng cách sử dụng nhiệt thải hoặc năng lượng tái tạo, máy lạnh hấp thụ có thể giảm đáng kể lượng khí thải CO₂.
--	--

4.12. Giảm rò rỉ khí nén

Công đoạn	Hệ thống máy nén khí	Công nghệ sử dụng	Giảm rò rỉ khí nén	
Phạm vi áp dụng	Mọi quy mô sản xuất, bao gồm từ khu vực nén khí đến điểm sử dụng			
Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Hệ thống máy nén khí và đường ống phân phối khí nén tại nhà máy sản xuất bia thường được vận hành liên tục 24/24 phục vụ cho nhu cầu khí nén trong sản xuất. Hiện trạng: Thất thoát khí nén do rò rỉ đang diễn ra khá phổ biến tại các nhà máy sản xuất bia, nhất là những nhà máy có quy mô vừa và nhỏ. Điều này làm máy nén phải hoạt động lớn hơn nhu cầu thực tế và tăng tiêu thụ năng lượng			
Cách cải tiến	• Kiểm tra trực quan áp suất dầu máy nén hàng ngày. • Thay lọc dầu hàng tháng để tránh suy giảm hiệu suất. • Kiểm tra và thay thế định kỳ lọc khí đầu vào – bộ phận dễ bị tắc nghẽn. • Triển khai chương trình phát hiện và sửa chữa rò rỉ khí theo định kỳ. • Lắp đặt van khóa theo khu vực (zoned shut-off valves) để kiểm soát lưu lượng và tránh tổn thất không cần thiết.			
Công nghệ sử dụng	Áp dụng thiết bị giám sát rò rỉ khí nén tự động, thay lọc định kỳ, tách riêng các khu vực sử dụng khí và duy trì áp suất tối ưu.			
Hiệu quả cải tiến	Năng lượng tiết kiệm (kWh/hl)	1.5	Mức tiết kiệm nước (%)	5 – 8%

	Tiết kiệm chi phí (triệu VND)	80	Mức đầu tư (Triệu VND)	40 – 60
	Thời gian hoàn vốn (năm)	0.75	Giảm phát thải GHG (kgCO ₂ /hl)	0.5

4.13. Lắp đặt bộ điều khiển trung tâm cho hệ thống khí nén

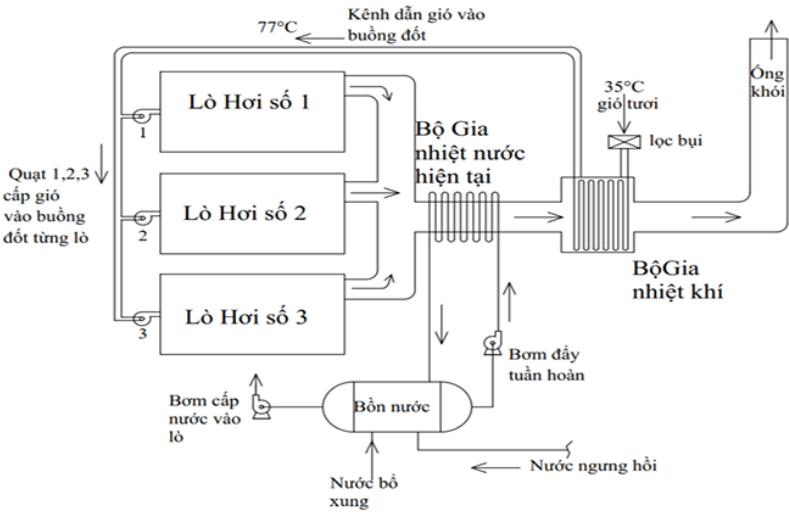
Công đoạn	Hệ thống máy nén khí	Công nghệ sử dụng	Lắp đặt bộ điều khiển trung tâm cho hệ thống khí nén	
Phạm vi áp dụng	Mọi quy mô sản xuất, sử dụng nhiều máy nén khí hoạt động song song			
Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Máy nén khí được sử dụng tại hầu hết các cơ sở sản xuất bia để cung cấp khí nén cho các mục đích sử dụng khác nhau. Để đảm bảo cung ứng đủ khí nén cho nhu cầu, sẽ có nhiều hơn một máy nén được sử dụng tùy thuộc vào quy mô sản xuất. Hiện trạng: Hầu hết các nhà máy sản xuất bia, bao gồm cả cũ và mới đều đang duy trì chế độ vận hành thủ công dẫn đến thiết bị phải chạy quá tải hoặc hoạt động ngay cả khi không tải dẫn đến tiêu tốn nhiều năng lượng			
Cách cải tiến	Lắp đặt bộ điều khiển trung tâm tích hợp cảm biến áp suất để điều phối hoạt động của các máy nén khí. Cài đặt thuật toán tối ưu tải nhằm giảm thiểu thời gian chạy không tải của các máy. Kết nối với hệ thống giám sát năng lượng tổng thể để theo dõi mức tiêu thụ điện theo thời gian thực.			
Công nghệ sử dụng	Lắp đặt bộ điều khiển trung tâm cho hệ thống máy nén khí giúp tự động hóa việc phân phối tải giữa các máy nén khí, giảm công suất dư thừa và tiết kiệm điện năng.			
Hiệu quả cải tiến	Năng lượng tiết kiệm (kWh/hl)	-	Mức tiết kiệm nước (%)	-
	Tiết kiệm chi phí (triệu VND)	-	Mức đầu tư (Triệu VND)	-
	Thời gian hoàn vốn (năm)	-	Giảm phát thải GHG (kgCO ₂ /hl)	-

4.14. Lắp đặt biến tần VFD cho máy nén khí

Công đoạn	Hệ thống máy nén khí	Công nghệ sử dụng	Lắp đặt biến tần (VFD) cho máy nén khí	
Phạm vi áp dụng	Mọi quy mô công suất			
Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Trong nhà máy sản xuất bia, nhu cầu khí nén luôn có sự thay đổi do sự biến động của hoạt động sản xuất. Do đó việc thay đổi lượng khí nén sản xuất phù hợp là yêu cầu cấp thiết. Hiện trạng: Việc lắp đặt biến tần cho máy nén khí rất phổ biến trong các nhà máy sản xuất bia, đặc biệt là các nhà máy có quy mô lớn.			
Cách cải tiến	Biến tần giúp điều chỉnh tốc độ động cơ máy nén theo nhu cầu sử dụng thực tế, giảm lượng điện năng sử dụng.			
Công nghệ sử dụng	Biến tần (Variable Frequency Drive - VFD) khi lắp cho máy nén khí hoạt động dựa trên nguyên tắc điều khiển tốc độ động cơ bằng cách thay đổi tần số và điện áp đầu vào. Hệ thống bao gồm 3 giai đoạn chính: (1) Chỉnh lưu điện xoay chiều (AC) thành một chiều (DC) thông qua bộ chỉnh lưu diode, (2) Lọc và ổn định điện áp DC bằng tụ điện, (3) Nghịch lưu DC trở lại AC có tần số biến thiên (0-60Hz) nhờ công nghệ PWM (Điều chế độ rộng xung) với các IGBT (Transistor lưỡng cực). Trong nhà máy bia, VFD liên tục giám sát tín hiệu áp suất khí từ hệ thống (qua cảm biến). Khi nhu cầu khí nén giảm (ví dụ giai đoạn ngừng chiết rót), VFD tự động hạ tần số xuống 30-40Hz để giảm tốc độ máy nén, tiết kiệm 25-50% điện năng so với chạy trực tiếp. Ngược lại, khi áp suất giảm đột ngột (do tăng nhu cầu), VFD tăng tần số kịp thời mà không gây sốc lưới điện.			
Hiệu quả cải tiến	Năng lượng tiết kiệm (kWh/hl)	-	Mức tiết kiệm nước (%)	-
	Tiết kiệm chi phí (triệu VND)	-	Mức đầu tư (Triệu VND)	-
	Thời gian hoàn vốn (năm)	-	Giảm phát thải GHG (kgCO ₂ /hl)	-

4.15. Thu hồi nhiệt lượng khói thải lò hơi

Công đoạn	Lò hơi	Công nghệ sử dụng	Thu hồi nhiệt lượng khói thải lò hơi
Phạm vi áp dụng	Quy mô vừa và lớn		
Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Khói thải của lò hơi mang theo một lượng nhiệt năng khá lớn có thể thu hồi và sử dụng cho nhiều mục đích như gia nhiệt cho không khí, nước cấp vào lò hơi để tiết giảm lượng nhiên liệu.		

	Hiện trạng: Hiện nay, xu hướng mua hơi rất thịnh hành trong ngành sản xuất bia Việt Nam. Tuy nhiên, số lượng nhà máy bia tự vận hành lò hơi vẫn lớn và có thể áp dụng giải pháp này.			
Cách cải tiến	Thu hồi nhiệt thải khói lò để gia nhiệt cho không khí cấp vào lò hơi. Điều này giúp giảm lượng nhiệt lò hơi cần sử dụng để nâng nhiệt độ của không khí.			
Công nghệ sử dụng	Bộ thu hồi nhiệt khói thải được lắp đặt trên ống khói ngay sau bộ gia nhiệt nước hiện có. Một ống dẫn không khí được lắp đặt để kết nối từ bộ thu hồi nhiệt đến cửa hút gió của buồng đốt. Dưới tác dụng hút của quạt cấp gió cho buồng đốt, không khí sẽ đi từ môi trường bên ngoài qua bộ lọc, sau đó qua bộ thu hồi nhiệt và đi vào buồng đốt, nơi nó trộn với nhiên liệu để tạo ra quá trình cháy trong buồng đốt. 			
Hiệu quả cải tiến	Năng lượng tiết kiệm (kWh/hl)	0,52	Mức tiết kiệm nước (%)	0,51
	Tiết kiệm chi phí (triệu VND)	189,447	Mức đầu tư (Triệu VND)	550
	Thời gian hoàn vốn (năm)	2,9	Giảm phát thải GHG (kgCO ₂ /hl)	62,5
	Lượng khói thải ra khi đốt 1 lít dầu DO 11,3 m ³ /lít Hệ số không khí thừa 1,2 Hiệu suất của lò 85% Lượng dầu tiêu thụ trung bình 10.000 lít/ngày Lưu lượng khói thải 115.265m ³ /ngày			

4.16. Thu hồi khí biogas từ hệ thống xử lý nước thải làm nhiên liệu cho nồi hơi

Công đoạn	Xử lý nước thải	Công nghệ sử dụng	Thu hồi khí biogas từ hệ thống xử lý nước thải làm nhiên liệu cho nồi hơi
Phạm vi áp dụng	Hệ thống xử lý nước thải và hệ thống lò hơi đốt gas		

56

Hiện trạng công nghệ	Tổng quan: Nước thải bia được đặc trưng bởi nồng độ cao các chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học bao gồm cả dạng hòa tan (COD 3000-6000mg/L, BOD 1600 - 3200mg/L), dạng không hòa tan TSS 2000 - 2800mg/L⁷. Để đảm bảo chất lượng nước thải sau xử lý đạt quy chuẩn hiện hành QCVN 40:2011 (tới đây thay thế bằng QVCN 40:2025), công nghệ xử lý sinh học kị khí và hiếu khí thường được kết hợp với nhau trong cùng một hệ thống xử lý nước thải. Trong đó, xử lý kị khí thường được coi là xử lý bậc 1, dưới tác dụng của hệ sinh vật kị khí, các chất hữu cơ được chuyển hóa thành khí sinh học bao gồm 75% CH₄, 20% CO₂, còn lại là hơi nước và các hợp chất khí khác. Sau xử lý kị khí BOD có thể giảm chỉ còn 5 - 10% so với ban đầu (tùy thuộc thời gian lưu của xử lý kị khí) sẽ được xử lý đạt quy chuẩn bởi xử lý bậc 2 hiếu khí. Dưới tác dụng của hệ sinh vật hiếu khí, các chất hữu cơ được chuyển hóa thành CO₂ và nước. Trong hai bậc xử lý, năng lượng được sử dụng chủ yếu ở xử lý bậc 2 nhằm duy trì nồng độ ô xi hòa tan 2- 4mg/L để vi sinh hiếu khí hoạt động hiệu quả. Hiện trạng: Với 75% là CH₄, khí sinh học hoàn toàn có thể sử dụng làm nhiên liệu đốt, lượng khí sinh học nhiều hay ít tùy thuộc vào lưu lượng thải và tải lượng chất hữu cơ. Tuy nhiên, tại một số nhà máy, lượng khí này thường được phóng không chứ chưa được thu hồi làm nhiên liệu sử dụng vận hành lò hơi. Gây lãng phí nhiên liệu và làm ô nhiễm môi trường			
Cách cải tiến	Với lượng biogas khoảng 350 m ³ /ngày có thể sản xuất được 360kg hơi/ngày với áp suất 5- 6 bar. Lượng hơi này có thể đáp ứng đủ nhu cầu một cho một số mục đích sử dụng, tiết kiệm đáng kể các loại nhiên liệu khác như than, dầu, LPG, CNG hay biomass.			
Công nghệ sử dụng	Nguyên lý thực hiện: Cải tiến hệ thống lò hơi cũ (sử dụng than, dầu, biomass) để có thể sử dụng đồng thời nhiều loại nhiên liệu khác nhau hoặc đầu tư thay thế lò cũ có hiệu suất thấp bằng lò hơi sử dụng biogas có hiệu suất cao hơn.			
Hiệu quả cải tiến	Năng lượng tiết kiệm (kWh/hl)	118.800	Mức tiết kiệm nước (%)	-
	Tiết kiệm chi phí (triệu VND)	646	Mức đầu tư (Triệu VND)	1.800
	Thời gian hoàn vốn (năm)	3,2	Giảm phát thải GHG (kgCO ₂ /hl)	78
	Giải pháp này không những đáp ứng nhu cầu năng lượng nhiệt của nhà máy mà còn góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường bằng cách cắt giảm lượng khí nhà kính metan phát thải ra môi trường. Bên cạnh đó, với việc lắp đặt hệ thống này, gần như toàn bộ nước ngưng có thể được thu hồi, qua đó giúp			

⁷ Hee-Jeong Choi, Parametric study of brewery wastewater effluent treatment using Chlorella vulgaris microalgae, Environ. Eng. Res. 2016; 21(4): 401-408

57

	giảm chi phí vận hành và nâng cao hiệu suất tổng thể của nồi hơi đốt khí. Hệ thống này cũng giúp loại bỏ nhu cầu đầu tư một hệ thống xử lý nước riêng cho nồi hơi. Mặc dù chi phí đầu tư ban đầu tương đối cao khoảng 1,8 tỷ đồng nhưng hiệu quả mang lại là tương xứng. Thời gian hoàn vốn ước tính khoảng 38 tháng (3,2 năm), nhờ vào mức tiết kiệm hàng năm khoảng 646 triệu đồng, chủ yếu từ việc giảm tiêu thụ điện năng khoảng 118.800 kWh mỗi năm.
Nguồn tham khảo	Nhà máy bia Sài Gòn - Hà Nội đã đầu lắp đặt một hệ thống lò hơi biogas công suất 750 kg hơi/h, áp suất làm việc của lò tối đa lên 10bar. Lượng hơi sinh ra do lò hơi này được kết nối cùng với hệ thống cấp nhiệt của nhà máy và cấp hơi cho toàn nhà máy và được sử dụng chính ở hai dây chuyền chiết chai và chiết lon. Với lượng khí biogas hiện tại nhà máy bia Sài Gòn – Hà Nội có thể vận hành lò hơi khoảng 18h/ngày. Ngoài sử dụng biogas, lò hơi được đầu tư còn tận dụng nhiệt từ nguồn nước nóng được tạo ra trong quá trình sản xuất, tiết kiệm nhiệt năng gia nhiệt cho nước cấp cho lò hơi.

CHƯƠNG 5: QUY TRÌNH THỰC HIỆN CÁC GIẢI PHÁP HIỆU QUẢ NĂNG LƯỢNG

5.1. Bước 1. Chuẩn bị

Trong bước này, doanh nghiệp xác lập cam kết từ ban lãnh đạo, thành lập nhóm quản lý năng lượng và phân công rõ vai trò, trách nhiệm cho các thành viên. Đồng thời, tổ chức tiến hành rà soát hiện trạng sử dụng năng lượng và thu thập dữ liệu cơ bản. Đây là giai đoạn đặt nền móng cho quá trình cải tiến liên tục và hiệu quả.

Thành lập Nhóm đánh giá hiệu quả sử dụng năng lượng

- Doanh nghiệp thành lập nhóm công tác liên phòng ban với sự tham gia của các đại diện từ bộ phận sản xuất, kỹ thuật, bảo trì, tài chính và ban lãnh đạo.
- Nhóm nên do trưởng phòng năng lượng hoặc quản đốc sản xuất làm trưởng nhóm. Đại diện ban lãnh đạo cần tham gia nhóm để đảm bảo cam kết và hỗ trợ nguồn lực.
- Quy mô và số lượng thành viên nhóm tùy thuộc vào quy mô nhà máy, tuy nhiên cần đảm bảo đủ năng lực chuyên môn và phân công nhiệm vụ rõ ràng. Ví dụ: bộ phận kỹ thuật phụ trách thu thập dữ liệu, bộ phận tài chính phân tích chi phí – lợi ích, bộ phận sản xuất theo dõi triển khai.
- Việc thành lập nhóm cần được chính thức hóa bằng quyết định của ban lãnh đạo.
- Nhóm tổ chức họp định kỳ, duy trì trao đổi minh bạch và phối hợp hiệu quả.

Tổng hợp dữ liệu từ các tài liệu hiện có

Các số liệu cơ bản về sản lượng, nguyên liệu, nước, năng lượng và các thông tin liên quan có thể được thu thập từ các tài liệu có sẵn của doanh nghiệp, bao gồm:

- Báo cáo kiểm toán năng lượng (nếu có), với thông tin chi tiết về mức tiêu thụ điện, nhiệt và nước.
- Hồ sơ sản xuất thể hiện sản lượng (lít bia), sơ đồ quy trình công nghệ và thông số kỹ thuật của thiết bị.
- Hóa đơn điện, nhiên liệu, nước trong vòng 12 – 36 tháng gần nhất.
- Nhật ký bảo trì của các hệ thống tiêu thụ năng lượng chính như nồi hơi, hệ thống lạnh, máy nén khí.
- Tài liệu liên quan đến hoạt động quản lý năng lượng (nếu có), như việc áp dụng hệ thống quản lý năng lượng ISO 50001:2018.

Thông tin cơ bản về sản phẩm, nguyên liệu, nước và năng lượng có thể tổng hợp theo **Biểu 1**, các thông tin nền khác tổng hợp theo **Biểu 2**.

Biểu 1. Các thông tin cơ bản							
Tên và địa chỉ doanh nghiệp:					Số ngày làm việc trong năm:		
Nhóm đánh giá hiệu quả năng lượng							
Tên		Chức vụ - Bộ phận		Nhiệm vụ nhóm			
1							
2							
3							
4							
Thông tin sản xuất cơ bản của doanh nghiệp							
Sản phẩm chính		Sản lượng (1000 lít/năm)		Công suất thiết kế (1000 lít/năm)			
Bia chai thủy tinh							
Bia lon							
Bia hơi đóng keg							
Bia hơi đóng chai nhựa PET							
Bia hơi đóng lon							
Nguyên nhiên liệu sử dụng							
Nguyên liệu chính		Tấn/năm		Hoá chất		Tấn/năm	
	Malt				Xút		
	Gạo				Axit		
	Đường						
	Houblon						
	Chai						
	Nhãn						
	Nút						
Nước và năng lượng		Lượng		Thiết bị và phụ trợ		Công suất	
	Nước mua	m ³ /năm			Nồi hơi dầu 1	tấn/giờ	
	Nước tự khai thác	m ³ /năm			Nồi hơi dầu 2	tấn/giờ	
	Than	tấn/năm			Nồi hơi than 1	tấn/giờ	
	Dầu FO	tấn/năm			Nồi hơi than 2	tấn/giờ	
	Dầu DO	1000 lít/năm			Máy phát điện	KVA	
	Điện mua	kWh/năm			Máy nén khí	kWh	

	Điện tự sản xuất	kWh/năm			Máy lạnh	kWh	
--	------------------	---------	--	--	----------	-----	--

Biểu 2. Tính sẵn có của thông tin			
Thông tin	Có/không	Nguồn	Ghi chú
Sơ đồ mặt bằng			
Hồ sơ sản lượng			
Hồ sơ nguyên liệu tiêu thụ & chi phí			
Hồ sơ tiêu thụ nước, năng lượng và chi phí			
Hồ sơ tiêu thụ hoá chất và chi phí			
Báo cáo kiểm toán năng lượng			
Sơ đồ công nghệ			
Cân bằng năng lượng			
Cân bằng nước			
Hồ sơ bảo dưỡng thiết bị			
Hồ sơ hiện trạng môi trường, biện pháp xử lý và chi phí			
Các thông tin công nghệ: - Tỷ lệ nguyên liệu, nhiệt độ, thời gian, pH môi trường, áp lực hơi nóng, hơi nén, các kết quả phân tích hoá, lý, vi sinh vật, các chỉ tiêu cảm quan - Chất lượng sản phẩm			

5.2. Bước 2. Đánh giá hiện trạng sử dụng năng lượng

Trong bước này, doanh nghiệp cần phân tích mức tiêu thụ năng lượng của từng công đoạn sản xuất để xác định các điểm chưa tối ưu và cơ hội cải tiến.

- Lập sơ đồ quy trình sản xuất**
 - Xây dựng sơ đồ quy trình toàn bộ dây chuyền sản xuất bia, bao gồm: chuẩn bị nguyên liệu, nấu bia, lên men, bão hòa CO₂, đóng gói và các hệ thống phụ trợ như nồi hơi, hệ thống lạnh, khí nén.
 - Xác định đầu vào năng lượng (điện, nhiệt) và đầu ra (nhiệt thải, nước thải, phụ phẩm) tại từng công đoạn.
- Thực hiện cân bằng năng lượng**
 - Tiến hành cân bằng vật chất và năng lượng nhằm định lượng chính xác dòng năng lượng trong nhà máy. Có thể sử dụng dữ liệu từ kiểm toán năng lượng hoặc lắp đặt đồng hồ phụ để đo mức tiêu thụ của các thiết bị chính như nồi hơi, hệ thống lạnh, máy nén khí.
 - Tính toán Mức tiêu thụ năng lượng (SEC) theo đơn vị MJ/1.000 lít bia cho từng công đoạn, sau đó so sánh với mức chuẩn quy định trong Thông tư 28/2024/TT-BCT (từ 822 đến 2.543 MJ/1.000 lít).

- **Xác định các dòng thải và tổn thất năng lượng**
 - Xác định các khu vực gây lãng phí năng lượng trong nhà máy, bao gồm:
 - Tổn thất nhiệt từ các đường ống hơi nước không cách nhiệt hoặc trong quá trình đun sôi dịch đường.
 - Lãng phí điện năng trong hệ thống làm lạnh do cách nhiệt kém hoặc máy nén hiệu suất thấp.
 - Rò rỉ khí nén, có thể gây thất thoát từ 20 – 30% lượng khí.
 - Đánh giá việc quản lý phụ phẩm như bã malt, men bia và xem xét khả năng thu hồi năng lượng, chẳng hạn sử dụng khí sinh học từ hệ thống xử lý nước thải.
- **Xác định nguyên nhân gây thiếu hiệu quả:** Phân tích các nguyên nhân gốc rễ dẫn đến lãng phí năng lượng bằng các công cụ phổ biến như Sơ đồ xương cá hay phân tích 5 Whys.

5.3. Bước 3. Đề xuất và lựa chọn giải pháp cải tiến

Dựa trên các kết quả đánh giá hiện trạng và phân tích nguyên nhân gốc rễ tại Bước 2, nhà máy tiến hành xây dựng và lựa chọn các giải pháp tiết kiệm năng lượng phù hợp với quy mô, ngân sách và nhu cầu vận hành.

- **Đề xuất giải pháp**
 - Tổ chức thảo luận để xây dựng danh mục giải pháp, tham khảo thêm các công nghệ và biện pháp đề cập trong Chương 4 tài liệu này.
 - Cân nhắc cả giải pháp kỹ thuật (Cải tiến công nghệ, đầu tư thiết bị mới,...) và giải pháp quản lý (quy trình vận hành, bảo trì định kỳ, đào tạo nhân viên,...):
 - Giải pháp chi phí thấp: Cách nhiệt đường ống hơi, khắc phục rò rỉ khí nén, tối ưu hóa kế hoạch sản xuất.
 - Giải pháp chi phí trung bình: Lắp biến tần cho máy nén lạnh, thay đèn chiếu sáng bằng đèn LED.
 - Giải pháp chi phí cao: Lắp đặt nồi hơi sinh khối, tích hợp hệ thống quản lý năng lượng tự động.
- **Phân loại giải pháp**
 - **Giải pháp triển khai ngay:** Các giải pháp chi phí thấp, hiệu quả cao, thời gian hoàn vốn dưới 1 năm (ví dụ: sửa chữa rò rỉ, cách nhiệt đường ống).
 - **Cần nghiên cứu thêm:** Các giải pháp chi phí trung bình, cần đánh giá thêm về tính khả thi (ví dụ: lắp đặt biến tần, hệ thống thu hồi nhiệt).
 - **Không phù hợp:** Các giải pháp chi phí cao hoặc không tương thích với điều kiện nhà máy (ví dụ: tự động hóa hoàn toàn cho các nhà máy bia quy mô nhỏ).
- **Lựa chọn giải pháp**

Đánh giá và lựa chọn giải pháp dựa trên các tiêu chí:

 - **Tính khả thi về mặt kỹ thuật:** Phân tích, đánh giá mức độ tương thích với hệ thống hiện tại, mức độ ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm và an toàn vận hành theo **Biểu 3**.
 - **Tính hiệu quả về kinh tế:** Phân tích, đánh giá chi phí đầu tư, thời gian hoàn vốn (ưu tiên < 3 năm), tiềm năng tiết kiệm năng lượng theo **Biểu 4**.

- **Tác động môi trường:** Phân tích, đánh giá mức độ tác động đến môi trường theo **Biểu 5**.

Có thể sử dụng các công cụ hỗ trợ ra quyết định như phân tích chi phí – lợi ích hoặc phân tích đa tiêu chí. Kết quả đánh giá mức độ khả thi về mặt kỹ thuật, kinh tế và tác động môi trường được tổng hợp trong Biểu 6, làm cơ sở để lựa chọn giải pháp phù hợp.

Biểu 3. Phân tích khả thi về kỹ thuật

Tên giải pháp:	Mô tả giải pháp:
Kết luận: ☐ Khả thi ☐ Cần kiểm tra thêm ☐ Loại	

1.Yêu cầu kỹ thuật

Nội dung	Yêu cầu		Đã có sẵn
	Có	Không	
Đầu tư phần cứng:			
- Thiết bị			
- Công cụ			
- Công nghệ			
Diện tích			
Nhân lực			
Thời gian dừng hoạt động			

2.Tác động kỹ thuật

Lĩnh vực	Tác động	
	Tích cực	Tiêu cực
Năng lực sản xuất		
Chất lượng sản phẩm		
Tiết kiệm năng lượng		
- Về hơi		
- Về điện		
An toàn		
Bảo dưỡng		
Vận hành		
Khác		

Lưu ý: Mỗi biểu sử dụng để phân tích cho một giải pháp.

Biểu 4. Phân tích khả thi về kinh tế

Tên giải pháp:	Mô tả giải pháp:		
Kết luận: ☐ Khả thi ☐ Không khả thi			
Đầu tư phần cứng	(VND)	Tiết kiệm	(VND)
Thiết bị		Malt	
		Gạo	
		Đường	
		Hoa houblon	

		Men	
		Nước	
Phụ trợ		Than	
		Dầu	
Lắp đặt		Điện	
Vận chuyển		Hóa chất	
Khác		Chi phí xử lý	
		Chi phí thải bỏ	
		Khác	
TỔNG		TỔNG	
Chi phí vận hành năm	(VND)	LÃI THUẦN = TIẾT KIỆM – CHI PHÍ VẬN HÀNH THỜI GIAN HOÀN VỐN = (ĐẦU TƯ / LÃI THUẦN) × 12 THÁNG	
Khấu hao			
Bảo dưỡng			
Nhân sự			
Hơi			
Điện			
Nước			
Hóa chất			
Khác			
TỔNG			
Lưu ý: Việc điền thông tin cho mỗi giải pháp hiệu quả năng lượng vào một biểu là lý tưởng trước khi tổng hợp danh mục các giải pháp khả thi.			

Biểu 5. Phân tích ảnh hưởng đến môi trường

Tên giải pháp:		Mô tả giải pháp:	
Kết luận: ☐ Tích cực ☐ Tiêu cực ☐ Không đổi			
Môi trường	Thông số	Định tính	Định lượng
Khí	Bụi		
	Khí		
	Khác		
Nước	COD		
	BOD		
	TS		
	TSS		
	Khác		
Rắn	Chất thải rắn		
	Bùn hóa chất		
	Bùn hữu cơ		

Biểu 6. Lựa chọn công nghệ cải thiện hiệu quả năng lượng để triển khai

Giải pháp	Khả thi kỹ thuật			Hiệu quả kinh tế			Hiệu quả môi trường			Tổng	Xếp hạng
	L	M	H	L	M	H	L	M	H		
Điểm cho mức thấp (L: 0 – 5), Trung bình (M: 6 – 14), Cao (H: 15 – 20)											
Xây dựng kế hoạch triển khai: Lập danh mục giải pháp: Liệt kê các giải pháp được lựa chọn, kèm theo thông tin về chi phí đầu tư, mức tiết kiệm năng lượng kỳ vọng, thời gian hoàn vốn và tiến độ triển khai dự kiến. Xây dựng kế hoạch triển khai: Lập kế hoạch thực hiện cụ thể cho từng giải pháp, bao gồm thời gian bắt đầu – kết thúc, nguồn lực cần thiết, thứ tự thực hiện, mốc kiểm tra tiến độ và biện pháp kiểm soát rủi ro nếu có. Trình phê duyệt kế hoạch: Trình kế hoạch và đề xuất ngân sách lên ban lãnh đạo để xem xét, đảm bảo phù hợp với năng lực tài chính và chiến lược phát triển của nhà máy. Phân công thực hiện: Xác định rõ người phụ trách và các bên liên quan đối với từng giải pháp. Giao nhiệm vụ cụ thể cho các thành viên trong nhóm để đảm bảo việc triển khai đồng bộ và hiệu quả.											
5.4. Bước 4. Triển khai các giải pháp Thực hiện các giải pháp tiết kiệm năng lượng theo kế hoạch đã được phê duyệt, với phân công rõ ràng và thời hạn cụ thể, đảm bảo tích hợp hiệu quả vào hoạt động sản xuất.											
Phân công trách nhiệm: Phân công nhân sự phụ trách cho từng giải pháp theo chức năng: Bộ phận kỹ thuật: Giám sát việc lắp đặt thiết bị (ví dụ: biến tần, vật liệu cách nhiệt), thực hiện bảo trì định kỳ. Bộ phận sản xuất: Điều chỉnh vận hành phù hợp với giải pháp mới (ví dụ: tối ưu lịch đun sôi). Bộ phận tài chính: Theo dõi chi phí đầu tư và mức tiết kiệm đạt được. Đơn vị tư vấn hoặc nhà cung cấp bên ngoài (nếu có): Hỗ trợ thực hiện các giải pháp chuyên sâu như nâng cấp nồi hơi hoặc hệ thống tự động hóa. Xây dựng lộ trình triển khai Các giải pháp được triển khai theo các giai đoạn, tùy theo mức độ ưu tiên và quy mô đầu tư. Ngắn hạn (1 – 3 tháng): Ưu tiên giải pháp chi phí thấp, dễ thực hiện (ví dụ: sửa rò rỉ khí nén, cách nhiệt đường ống). Trung hạn (3 – 6 tháng): Giải pháp đầu tư trung bình (ví dụ: lắp đặt biến tần, đèn đèn LED tiết kiệm điện). Dài hạn (6 – 12 tháng): Giải pháp đầu tư cao, cần chuẩn bị kỹ (ví dụ: hệ thống thu hồi nhiệt, tích hợp năng lượng tái tạo). Theo dõi tiến độ											

- Sử dụng **Biểu 7** để theo dõi tiến độ công việc
- Tổ chức các cuộc họp nhóm định kỳ nhằm rà soát tình hình triển khai, kịp thời xử lý vướng mắc và đảm bảo các hoạt động bám sát mục tiêu, lộ trình đã đề ra.

Biểu 7. Kế hoạch thực hiện

Giải pháp lựa chọn	Thời gian thực hiện	Người chịu trách nhiệm	Đánh giá tiến độ	
			Phương pháp	Giai đoạn

5.5. Bước 5. Theo dõi và đánh giá hiệu quả

Đánh giá hiệu quả của các giải pháp đã triển khai nhằm xác định mức tiết kiệm năng lượng, lợi ích về chi phí và lợi ích môi trường đạt được.

- **Đo lường hiệu quả**

- Thu thập dữ liệu sau khi triển khai, bao gồm mức tiêu thụ điện, nhiệt thông qua đồng hồ phụ hoặc hóa đơn.
- Tính lại mức tiêu hao năng lượng riêng (SEC) theo MJ/1.000 lít và so sánh với dữ liệu trước khi cải tiến.

- **Định lượng mức tiết kiệm**

- Tính toán mức tiết kiệm năng lượng (MJ/lít) và chi phí (triệu đồng) sau khi triển khai
- Đánh giá tác động môi trường: Ước tính mức giảm phát thải KNK, ví dụ giảm 100 tấn CO₂/năm dựa trên hệ số phát thải tương ứng.

Sử dụng **Biểu 8** để đánh giá tổng hợp về lợi ích kinh tế và lợi ích môi trường của giải pháp được chọn.

Biểu 8. Đánh giá giải pháp

Giải pháp được lựa chọn	Chi phí thực hiện	Lợi ích kinh tế		Lợi ích môi trường	
		Kỳ vọng	Thực tế	Kỳ vọng	Thực tế

- **So sánh với mục tiêu:**

- Đánh giá kết quả đạt được so với mục tiêu đã đề ra (ví dụ: mục tiêu giảm 5% mức tiêu thụ năng lượng).
- Xác định các khoảng cách giữa kết quả thực tế và mục tiêu, phân tích nguyên nhân chưa đạt (nếu có), ví dụ như thiết bị không đạt hiệu suất như mong đợi, thiếu đào tạo nhân sự, quy trình triển khai chưa đồng bộ.

- **Ghi nhận Kết quả:**

- Chuẩn bị báo cáo tóm tắt gồm các nội dung chính:
 - Danh sách các giải pháp đã triển khai và chi phí thực hiện
 - Mức tiết kiệm năng lượng, chi phí vận hành và lượng phát thải.
 - Bài học kinh nghiệm trong quá trình triển khai và khuyến nghị cải tiến cho các giai đoạn tiếp theo.

- Kết quả chương trình hiệu quả năng lượng được tổng hợp trong **Biểu 9** và chia sẻ với ban lãnh đạo, nhân viên và các bên liên quan.

Biểu 9. Đánh giá kết quả chương trình hiệu quả năng lượng

Năng lượng	Đơn vị	Trước khi thực hiện	Sau khi thực hiện	Hiệu quả kinh tế	Hiệu quả môi trường

5.6. Bước 6. Duy trì và cải tiến

Sau khi các giải pháp được triển khai, doanh nghiệp cần thực hiện các hoạt động duy trì và cải tiến liên tục nhằm đảm bảo hiệu quả sử dụng năng lượng được giữ vững và ngày càng nâng cao. Các nội dung chính bao gồm:

- **Tích hợp vào vận hành thường xuyên:** Đưa các giải pháp hiệu quả năng lượng vào quy trình hoạt động hàng ngày của doanh nghiệp, thông qua việc áp dụng quy trình vận hành chuẩn (SOP), thực hiện bảo trì định kỳ và tổ chức đào tạo nhân sự để duy trì hiệu quả đã đạt được.
- **Thiết lập chu trình cải tiến liên tục:** Định kỳ rà soát và đánh giá lại hiệu quả năng lượng (hàng năm hoặc khi có công nghệ mới), từ đó cập nhật và điều chỉnh kế hoạch phù hợp với điều kiện thực tế.
- **Rút kinh nghiệm và điều chỉnh:** Ghi nhận các khó khăn, vướng mắc và bài học trong quá trình triển khai để cải thiện phương pháp, điều chỉnh kế hoạch và nâng cao hiệu quả cho các lần thực hiện tiếp theo.
- **Đề xuất cải tiến mới:** Dựa trên dữ liệu vận hành thực tế và phản hồi từ hiện trường, nhóm phụ trách năng lượng có thể xác định thêm các cơ hội mới để tiếp tục cải thiện hiệu suất sử dụng năng lượng.
- **Khuyến khích sự tham gia:** Duy trì và nâng cao hiệu quả năng lượng đòi hỏi sự tham gia tích cực của toàn thể cán bộ, nhân viên. Doanh nghiệp cần tăng cường truyền thông nội bộ, đồng thời xây dựng cơ chế khen thưởng phù hợp nhằm khuyến khích các sáng kiến tiết kiệm năng lượng, qua đó tạo sự gắn kết và lan tỏa văn hóa sử dụng năng lượng hiệu quả trong toàn đơn vị.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bộ Công Thương, *Thông tư 28/2024/TT-BCT về Quy định định mức sử dụng năng lượng trong ngành công nghiệp sản xuất bia và đồ uống không cồn*, 2025.

Bộ Công Thương, Trung tâm Sản xuất sạch Việt Nam, *Tài liệu hướng dẫn Sản xuất sạch hơn*, 2009.

European Commission. Joint Research Centre. (2019). *Best Available Techniques (BAT) reference document for the food, drink and milk industries: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/243911>