

# Tài liệu hướng dẫn Sản xuất sạch hơn

Ngành: Sản xuất bia

## Cơ quan biên soạn



**Hợp phần Sản xuất sạch hơn  
trong công nghiệp**  
Chương trình hợp tác phát triển  
Việt nam – Đan mạch về Môi trường

BỘ CÔNG THƯƠNG



**Trung tâm Sản xuất sạch Việt nam**  
Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường  
Trường Đại học Bách khoa Hà nội

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

## Mục lục

Mục lục.....	1
Mở đầu.....	3
1 Giới thiệu chung.....	4
1.1 Sản xuất sạch hơn.....	4
1.2 Mô tả ngành sản xuất bia ở Việt nam.....	5
1.3 Các quá trình cơ bản trong sản xuất bia .....	7
1.3.1 Các công đoạn sản xuất chính .....	7
1.3.2 Các bộ phận phụ trợ.....	11
2 Sử dụng tài nguyên và ô nhiễm môi trường .....	13
2.1 Tiêu thụ nguyên, nhiên liệu.....	13
2.1.1 Malt và nguyên liệu thay thế.....	14
2.1.2 Tiêu thụ nhiệt.....	16
2.1.3 Tiêu thụ nước .....	16
2.1.4 Tiêu thụ điện.....	17
2.1.5 Các nguyên liệu phụ.....	17
2.2 Các vấn đề môi trường.....	18
2.2.1 Nước thải.....	19
2.2.2 Khí thải .....	21
2.2.3 Chất thải rắn .....	22
2.3 Tiềm năng của sản xuất sạch hơn .....	22
3 Cơ hội sản xuất sạch hơn.....	23
3.1 Các cơ hội SXSH liên quan đến khu vực nhà nấu .....	23
3.1.1 Sử dụng công nghệ và thiết bị nghiền .....	23
3.1.2 Sử dụng công nghệ và thiết bị lọc .....	24
3.1.3 Thu hồi dịch nha loãng .....	24
3.1.4 Tách dịch nha khỏi cặn lắng nóng.....	24
3.1.5 Thu hồi hơi từ nồi nấu hoa .....	25
3.2 Cơ hội SXSH liên quan đến khu vực lên men .....	26
3.2.1 Thu hồi nấm men.....	26
3.2.2 Thu hồi bia tổn thất theo nấm men.....	26
3.2.3 Giảm tiêu hao bột trợ lọc .....	27
3.2.4 Giảm thiểu lượng bia dư .....	28
3.2.5 Áp dụng hệ thống làm lạnh tầng.....	28
3.2.6 Áp dụng công nghệ lên men nồng độ cao .....	28
3.2.7 Ứng dụng enzym .....	28
3.3 Các cơ hội SXSH liên quan đến khu vực chiết chai .....	29
3.3.1 Tiết kiệm nước trong rửa chai, két .....	29
3.3.2 Thu hồi xút trong rửa chai .....	29
3.3.3 Thiết bị thanh trùng kiểu tụy nén .....	30
3.3.4 Một số cơ hội SXSH đơn giản khác .....	30
3.4 Các cơ hội SXSH liên quan đến bộ phận phụ trợ.....	30
3.4.1 Thu hồi nước làm mát từ quá trình lạnh nhanh.....	30
3.4.2 Thu hồi nước ngưng.....	31
3.4.3 Kiểm soát hiệu suất đốt của lò hơi .....	31
3.4.4 Bảo ôn .....	31
3.4.5 Tiết kiệm nước và hóa chất vệ sinh .....	31
3.4.6 Tiết kiệm điện .....	32
3.4.7 Duy trì bảo trì.....	32
3.4.8 Tránh rò rỉ khí nén .....	33
3.4.9 Kiểm soát nhiệt độ bốc hơi của hệ thống máy lạnh.....	33
3.4.10 Giảm áp máy nén khí .....	33
3.4.11 Thu hồi nhiệt từ hệ máy nén:.....	33

3.4.12	Thu hồi dầu FO rơi vãi.....	33
3.4.13	Lắp đặt thiết bị làm nóng nước cấp cho nồi hơi.....	33
3.4.14	Sử dụng các hóa chất diệt khuẩn thân thiện môi trường.....	34
3.4.15	Kết hợp cung cấp nhiệt và phát điện (CHP):.....	34
3.4.16	Cải thiện hiệu suất hệ thống thu hồi CO <sub>2</sub> :.....	34
3.5	Tóm tắt các cơ hội thực hiện sản xuất sạch hơn.....	34
4	Thực hiện sản xuất sạch hơn.....	35
4.1	Bước 1: Khởi động.....	36
4.1.1	Nhiệm vụ 1: Thành lập nhóm đánh giá SXSH.....	36
4.1.2	Nhiệm vụ 2: Phân tích các công đoạn và xác định lãng phí.....	40
4.2	Bước 2: Phân tích các công đoạn sản xuất.....	44
4.2.1	Nhiệm vụ 3: Chuẩn bị sơ đồ dây chuyền sản xuất.....	44
4.2.2	Nhiệm vụ 4: Cân bằng vật liệu.....	46
4.2.3	Nhiệm vụ 5: Xác định chi phí của dòng thải.....	48
4.2.4	Nhiệm vụ 6: Xác định các nguyên nhân của dòng thải.....	52
4.3	Bước 3: Đề ra các giải pháp SXSH.....	54
4.3.1	Nhiệm vụ 7: Đề xuất các cơ hội SXSH.....	54
4.3.2	Nhiệm vụ 8: Lựa chọn các cơ hội có thể thực hiện được.....	55
4.4	Bước 4: Chọn lựa các giải pháp SXSH.....	56
4.4.1	Nhiệm vụ 9: Phân tích tính khả thi về kỹ thuật.....	56
4.4.2	Nhiệm vụ 10: Phân tích tính khả thi về mặt kinh tế.....	57
4.4.3	Nhiệm vụ 11: Đánh giá ảnh hưởng đến môi trường.....	58
4.4.4	Nhiệm vụ 12: Lựa chọn các giải pháp thực hiện.....	59
4.5	Bước 5: Thực hiện các giải pháp SXSH.....	60
4.5.1	Nhiệm vụ 13: Chuẩn bị thực hiện.....	60
4.5.2	Nhiệm vụ 14: Thực hiện các giải pháp.....	60
4.5.3	Nhiệm vụ 15: Quan trắc và đánh giá các kết quả.....	61
4.6	Bước 6: Duy trì SXSH.....	62
4.6.1	Nhiệm vụ 16: Duy trì SXSH.....	62
4.6.2	Sản xuất sạch hơn bền vững.....	62
4.6.3	Các yếu tố đóng góp cho thành công của chương trình SXSH.....	63
5	Xử lý môi trường.....	64
5.1	Xử lý nước thải.....	64
5.1.1	Đặc tính của nước thải.....	64
5.1.2	Thu gom nước thải.....	65
5.1.3	Xử lý nước thải.....	65
5.2	Quản lý các chất thải rắn.....	70
5.3	Quản lý khí thải.....	70

## Mở đầu

Sản xuất sạch hơn được biết đến như một tiếp cận giảm thiểu ô nhiễm tại nguồn thông qua việc sử dụng nguyên nhiên liệu có hiệu quả hơn. Việc áp dụng sản xuất sạch hơn không chỉ giúp các doanh nghiệp cắt giảm chi phí sản xuất, mà còn đóng góp vào việc cải thiện hiện trạng môi trường, qua đó giảm bớt chi phí xử lý môi trường.

Tài liệu hướng dẫn sản xuất sạch hơn trong ngành sản xuất bia được biên soạn trong khuôn khổ hợp tác giữa Hợp phần sản xuất sạch hơn trong Công nghiệp (CPI), thuộc chương trình Hợp tác Việt nam Đan mạch về Môi trường (DCE), Bộ Công thương và Trung tâm Sản xuất sạch Việt nam, thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, trường Đại học Bách khoa Hà nội. Tài liệu này được các chuyên gia chuyên ngành trong nước biên soạn nhằm cung cấp các kiến thức cơ bản cũng như các thông tin công nghệ nên tham khảo và trình tự triển khai áp dụng sản xuất sạch hơn.

Các chuyên gia chuyên ngành đã dành nỗ lực cao nhất để tổng hợp thông tin liên quan đến hiện trạng sản xuất của Việt nam, các vấn đề liên quan đến sản xuất và môi trường cũng như các thực hành tốt nhất có thể áp dụng được trong điều kiện nước ta. Mặc dù Sản xuất sạch hơn được giới hạn trong việc thực hiện giảm thiểu ô nhiễm tại nguồn, tài liệu hướng dẫn sản xuất sạch hơn này cũng bao gồm thêm một chương về xử lý môi trường để các doanh nghiệp có thể tham khảo khi tích hợp sản xuất sạch hơn trong việc đáp ứng các tiêu chuẩn môi trường.

Hợp phần Sản xuất sạch hơn trong Công nghiệp và Trung tâm Sản xuất sạch Việt nam xin chân thành cảm ơn sự đóng góp của TS. Nguyễn Thị Thu Vinh, các cán bộ của Công ty Cổ phần Tư vấn EPRO và đặc biệt là chính phủ Đan mạch, thông qua tổ chức DANIDA, và Chính phủ Thụy sĩ, thông qua Tổ chức Phát triển Công nghiệp Liên hợp quốc UNIDO đã hỗ trợ thực hiện tài liệu này.

Phiên bản đầu tiên của tài liệu này đã được áp dụng sử dụng tại Công ty CP Bia Sài Gòn-Daklak (sadabeco) và Nhà máy Bia Phú Bài thuộc Công ty Bia Huế (huda). Kết quả đạt được tại hai công ty trong 3 tháng triển khai áp dụng là rất khả quan. Sadabeco giảm được 7-12% nhiên liệu sử dụng (DO, FO, điện), 4% chai vỡ, 15-26% tải lượng ô nhiễm cần xử lý (COD, BOD, SS), Huda giảm được 7% điện tiêu thụ, 17% nước tiêu thụ, 17% tải lượng ô nhiễm cần xử lý (COD)... Hy vọng đây sẽ là một tài liệu hữu ích.

Mọi ý kiến đóng góp, xây dựng tài liệu xin gửi về: Văn Phòng Hợp phần Sản xuất sạch hơn trong công nghiệp, email: [cpi-cde@vnn.vn](mailto:cpi-cde@vnn.vn) hoặc Trung tâm Sản xuất sạch Việt nam, email: [vnccpc@vnccpc.org](mailto:vnccpc@vnccpc.org).

**Hà nội tháng 4 năm 2009**

# 1 Giới thiệu chung

Chương này giới thiệu về tiếp cận sản xuất sạch hơn, cung cấp thông tin về tình hình sản xuất bia ở Việt Nam, xu hướng phát triển của thị trường, cũng như cũng như thông tin cơ bản về quy trình sản xuất.

## 1.1 Sản xuất sạch hơn

Bất cứ quá trình sản xuất công nghiệp nào cũng đều sử dụng một lượng nguyên nhiên liệu ban đầu để sản xuất ra sản phẩm mong muốn. Quá trình sản xuất này đồng thời sẽ phát sinh ra chất thải ra môi trường. Khác với suy nghĩ truyền thống về môi trường là xử lý các chất thải và phát thải đã phát sinh, sản xuất sạch hơn hướng tới việc tăng hiệu suất sử dụng nguyên liệu đưa vào sản phẩm càng gần tới hạn 100% càng tốt trong phạm vi khả thi kinh tế, qua đó giảm thiểu được các phát thải ra môi trường từ ngay quá trình sản xuất.

Sản xuất sạch hơn không những giúp doanh nghiệp sử dụng nguyên nhiên liệu hiệu quả hơn, mà còn đóng góp vào việc cắt giảm chi phí thải và xử lý các chất thải. Bên cạnh đó, việc thực hiện sản xuất sạch hơn thường mang lại thêm các hiệu quả tích cực về năng suất, chất lượng, môi trường và an toàn nghề nghiệp.

### **Chương trình Môi trường của Liên hợp quốc UNEP định nghĩa sản xuất sạch hơn là:**

.... Việc áp dụng liên tục chiến lược phòng ngừa tổng hợp về môi trường vào các quá trình sản xuất, sản phẩm và dịch vụ nhằm nâng cao hiệu suất sinh thái và giảm thiểu rủi ro cho con người và môi trường.

Đối với quá trình sản xuất: sản xuất sạch hơn bao gồm bảo toàn nguyên liệu và năng lượng, loại trừ các nguyên liệu độc hại, giảm lượng và tính độc hại của tất cả các chất thải ngay tại nguồn thải.

Đối với sản phẩm: sản xuất sạch hơn bao gồm việc giảm các ảnh hưởng tiêu cực trong suốt chu kỳ sống của sản phẩm, từ khâu thiết kế đến thải bỏ.

Đối với dịch vụ: sản xuất sạch hơn đưa các yếu tố về môi trường vào trong thiết kế và phát triển các dịch vụ

Sản xuất sạch hơn tập trung vào việc phòng ngừa chất thải ngay tại nguồn bằng cách tác động vào quá trình sản xuất. Để thực hiện sản xuất sạch hơn không nhất thiết phải thay đổi thiết bị hay công nghệ ngay, mà có thể bắt đầu bằng cách tăng cường quản lý sản xuất, kiểm soát quá trình sản xuất theo yêu cầu công nghệ, thay đổi nguyên liệu, cải tiến thiết bị. Ngoài ra, các giải pháp liên quan đến tuần hoàn, tận thu, tái sử dụng chất thải, hay cải tiến sản phẩm cũng là các giải pháp sản xuất sạch hơn. Như vậy, không phải giải pháp sản xuất sạch hơn nào cũng cần chi phí. Khi có đầu tư, phần lớn các giải pháp sản xuất sạch hơn có thời gian hoàn vốn dưới 1 năm.

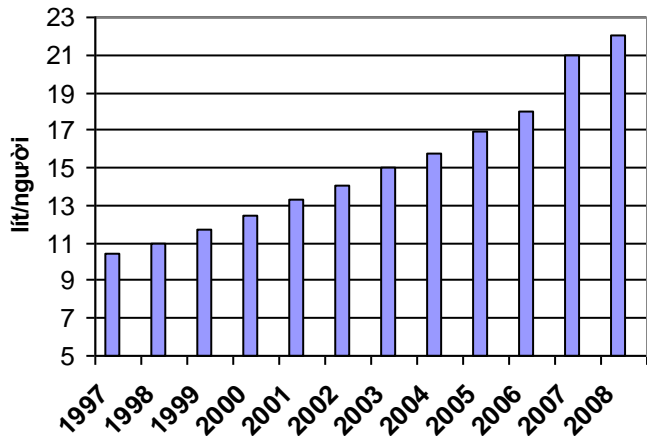
Việc áp dụng sản xuất sạch hơn yêu cầu xem xét, đánh giá lại hiện trạng sản xuất hiện có một cách có hệ thống để định lượng hóa các tổn thất, đề xuất các cơ hội cải thiện và theo dõi kết quả cải thiện được. Áp dụng sản xuất sạch hơn là tiếp cận liên tục và mang tính phòng ngừa. Chi tiết cách thức áp dụng sản xuất sạch hơn xin được xem thêm trong chương 4.

## 1.2 Mô tả ngành sản xuất bia ở Việt nam

Ngành công nghiệp sản xuất bia Việt Nam có lịch sử hơn 100 năm. Xưởng sản xuất bia đầu tiên được đặt tên là xưởng sản xuất bia Chợ Lớn do người Pháp tên là Victor Larue mở vào năm 1875, là tiền thân của nhà máy bia Sài Gòn, nay là Tổng công ty Bia Rượu Nước giải khát Sài Gòn. Ở miền Bắc vào năm 1889, người Pháp tên là Hommel đã mở xưởng bia ở Làng Đại Yên, Ngọc Hà, sau trở thành nhà máy bia Hà Nội, nay là Tổng công ty Bia Rượu Nước giải khát Hà Nội. Trong quá trình hình thành và phát triển, ngành sản xuất bia đã đạt mức tăng trưởng cao vào những năm của thời kỳ mở cửa. Cùng với quá trình hội nhập, ngành sản xuất bia phát triển về quy mô và trình độ công nghệ, trở thành một ngành công nghiệp có thế mạnh khi Việt Nam gia nhập tổ chức WTO.

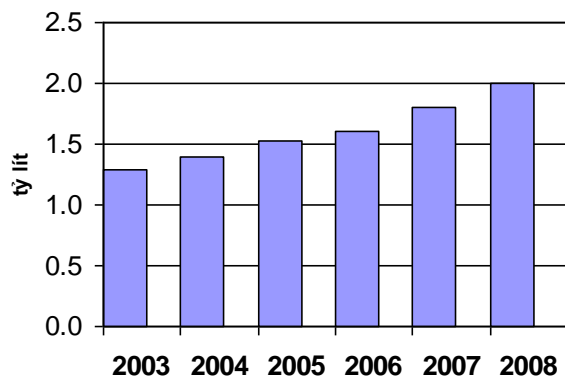
Việc đầu tư xây dựng các nhà máy bia được phát triển mạnh mẽ từ những năm 1990 với các quy mô khác nhau, từ 100 nghìn lít/năm đến 100 triệu lít/năm. Từ những năm 2000 trở lại đây, quy mô đầu tư và mô hình hoạt động của các doanh nghiệp đã có nhiều thay đổi theo chủ trương đổi mới doanh nghiệp nhà nước của Chính phủ. Nhiều doanh nghiệp nhà nước đã được cổ phần hóa mang lại tính tự chủ hơn cho doanh nghiệp trong việc quyết định đầu tư, sản xuất, kinh doanh. Kết quả nổi bật nhất là đến năm 2008, 2 tổng công ty Bia rượu nước giải khát của Việt Nam là Sabeco và Habeco đã được cổ phần hóa. Cùng với tiến trình cổ phần hóa, việc sáp nhập, giải thể, liên kết để trở thành các doanh nghiệp lớn hơn, thống nhất hơn về mô hình quản lý kinh doanh cũng được diễn ra, tạo sự cạnh tranh mạnh mẽ hơn cho các thương hiệu mạnh. Nhiều doanh nghiệp bia địa phương đã trở thành các công ty con, công ty liên kết của Sabeco và Habeco; Một số doanh nghiệp trong nước đã được các công ty bia nước ngoài như Heineken, SAB Miller, Carlsberg đầu tư, góp vốn hoặc mua lại. Quy mô đầu tư các nhà máy mới cũng lớn hơn, phù hợp với quy mô quản lý, tiêu thụ trong tình hình hội nhập. Nhiều nhà máy bia quy mô 100-200 triệu lít/năm đã được đầu tư và đi vào hoạt động mang lại hiệu quả và chất lượng tốt như nhà máy bia Sài Gòn Củ Chi, Hà Nội Vĩnh Phúc, nhà máy bia Phú Bài (Huế)... và có khả năng mở rộng quy mô lớn hơn trong thời gian tới.

Cùng với việc nâng sản lượng sản xuất, mức tiêu thụ bình quân đầu người tăng lên nhanh chóng trong vòng 10 năm qua, từ mức dưới 10 lít/người năm vào năm 1997 đã đạt mức trên 21 lít/người/năm vào năm 2008 (hình 1).



**Hình 1. Mức tiêu thụ bình quân đầu người qua các năm**

Hình 2 thể hiện tổng sản lượng bia của Việt nam trong những năm gần đây theo số liệu thống kê của Bộ Công nghiệp (nay là Bộ Công thương).



**Hình 2. Sản lượng bia cả nước**

Về số lượng doanh nghiệp, năm 1998 có 469 nhà máy. Đến năm 2005 số doanh nghiệp sản xuất chỉ còn 329. Do quá trình đổi mới doanh nghiệp, mô hình

của các doanh nghiệp đã thay đổi, số lượng doanh nghiệp sản xuất bia năm 2007 là 151 doanh nghiệp trực thuộc 52 tỉnh, thành phố trong cả nước.

Về quy mô của các doanh nghiệp, ngành sản xuất bia có 3 doanh nghiệp lớn là Sabeco, Nhà máy bia Việt Nam (nay đã đổi tên thành Công ty TNHH bia Châu Á Thái Bình Dương) và Habeco, chiếm hơn 51% năng lực sản xuất bia của toàn ngành. Năm 2007 Sabeco đạt sản lượng 774 triệu lít bia, Habeco sản xuất 415 triệu lít và Nhà máy bia Việt nam sản xuất được 335 triệu lít. Bên cạnh các doanh nghiệp lớn, còn rất nhiều doanh nghiệp nhỏ quy mô dưới 1 triệu lít/năm. Các doanh nghiệp này sẽ tiếp tục đổi mới, đầu tư và phát huy hiệu quả trong thời gian tới.

Theo quyết định số 18/2007/QĐ-BCN ngày 8/5/2007 của Bộ Công nghiệp phê duyệt điều chỉnh, bổ sung quy hoạch tổng thể phát triển ngành Bia Rượu Nước giải khát Việt Nam, đến năm 2010 tổng sản lượng bia cả nước sẽ đạt 3,5 tỷ lít bia và mức tiêu thụ bình quân đầu người khoảng 28-30 lít/người/năm. Với tốc độ phát triển nhanh như hiện nay, nhiều nhà máy bia quy mô lớn đang được tiếp tục đầu tư. Việc áp dụng sản xuất sạch hơn đối với các doanh nghiệp hiện có, cũng như đối với các nhà máy đầu tư mới sẽ mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn, đồng thời phòng ngừa được rủi ro tác động môi trường.

## 1.3 Các quá trình cơ bản trong sản xuất bia

Bia được sản xuất từ các nguyên liệu chính là malt đại mạch, nước, hublon và nấm men. Nhiều loại nguyên liệu thay thế malt trong quá trình nấu là gạo, đường và các loại dẫn xuất từ ngũ cốc; các nguyên liệu phụ khác được sử dụng trong quá trình lọc và hoàn thiện sản phẩm như bột trợ lọc, các chất ổn định; Nhiều loại hóa chất được sử dụng trong quá trình sản xuất như các chất tẩy rửa, các loại dầu nhờn, chất bôi trơn, chất hoạt động bề mặt... Tỷ lệ các thành phần nguyên liệu phụ thuộc và chủng loại bia sẽ được sản xuất.

Các công nghệ sản xuất bia của các nhà sản xuất khác biệt bởi quy mô và các kỹ thuật sản xuất: quy mô nhỏ (6.000-10.000 lít/năm) với thiết bị đơn giản phổ biến ở nhiều nước châu Mỹ (gọi là bia thủ công); các quy mô công nghiệp phổ biến thường nằm trong khoảng 20 – 100 triệu lít/năm; trong những năm gần đây xu hướng đầu tư các nhà máy công suất lớn được các hãng lớn trên thế giới như Anheuser Busch, Inbev, Carlsberg, Heineken, Asahi, Kirin... tiến hành. Các nhà máy mới có thể có công suất 200-500 triệu lít/năm. Các kỹ thuật sản xuất trong mỗi nhà máy ở mỗi công đoạn sản xuất của các hãng rất khác nhau do các quan điểm về công nghệ, tạo sản phẩm khác biệt và cũng có nhiều giải pháp công nghệ được lựa chọn có xuất phát điểm là lý do môi trường và phát triển bền vững.

### 1.3.1 Các công đoạn sản xuất chính

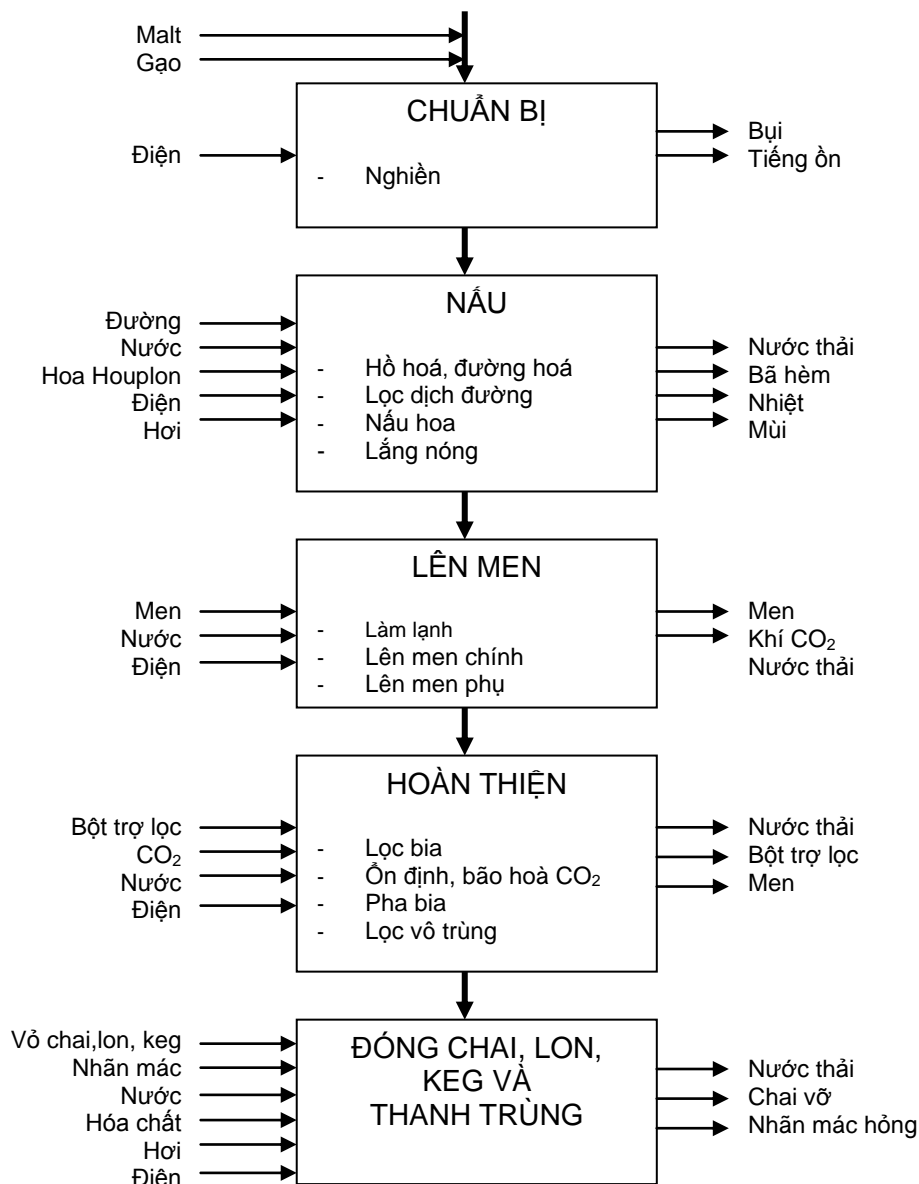
Hình 3 thể hiện các công đoạn chính, nguyên liệu và phát thải đi kèm trong quá trình sản xuất bia. Có thể chia quá trình sản xuất bia thành 5 công đoạn chính sau: chuẩn bị, nấu, lên men, hoàn thiện và bao gói.

#### 1.2.1.1. Chuẩn bị

Malt và gạo (gọi tắt là nguyên liệu) được đưa đến bộ phận nghiền nguyên liệu thành các mảnh nhỏ, sau đó được chuyển sang nồi nấu để tạo điều kiện cho quá trình chuyển hóa nguyên liệu và trích ly tối đa các chất hoà tan trong nguyên liệu. Các nhà sản xuất bia thường sử dụng các thiết bị nghiền khô hoặc nghiền ướt.

- Đối với gạo: do gạo chưa qua nảy mầm nên cấu trúc tinh bột còn nguyên vẹn, nên gạo cần phải được nghiền càng mịn càng tốt.
- Đối với malt: Việc nghiền malt cần đáp ứng 2 yêu cầu là đảm bảo được hiệu suất chuyển hóa cao trong quá trình nấu và dễ dàng lọc được dịch đường sau khi đường hóa. Độ mịn của malt sau khi nghiền phụ thuộc vào công nghệ lọc hèm sau khi đường hóa và loại máy nghiền được lựa chọn trong hệ thống thiết bị





**Hình 3. Sơ đồ công nghệ sản xuất bia**

### 1.2.1.2. Nấu

Quá trình nấu gồm 4 công đoạn:

- Hô hóa và đường hóa: nguyên liệu sau khi xay nghiền được hòa trộn với nước theo tỷ lệ nhất định và được chuyển tới thiết bị hồ hóa và đường hóa. Bằng cách điều chỉnh hỗn hợp nguyên liệu ở các chế độ thích hợp (nhiệt độ, thời gian, pH), hệ enzyme có sẵn trong nguyên liệu hoặc các enzyme được bổ sung từ nguồn bên ngoài chuyển hóa các chất dự trữ có trong nguyên liệu thành dạng hòa tan. Các enzyme thủy phân tinh bột tạo thành các loại đường dễ lên men và các dẫn xuất có phân tử lượng thấp hơn của tinh bột. Các enzyme 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. Dịch sau khi đường hóa được tách khỏi bã qua máy lọc.

- Lọc dịch đường: hèm được đưa qua máy lọc nhằm tách bã hèm ra khỏi nước nha. Thiết bị lọc dịch đường phổ biến có 2 loại là nồi lọc lắng hoặc máy ép lọc khung bản.
- Đun sôi với hoa houblon: dịch đường sau khi lọc được nấu với hoa houblon bằng cách đun sôi trong 60-90 phút. Mục đích của quá trình nhằm ổn định thành phần của dịch đường, tạo cho sản phẩm có mùi thơm đặc trưng của hoa houblon, diệt khuẩn dịch đường trước khi vào lên men.
- Lắng nóng dịch đường: dịch sau khi nấu được đưa qua bồn lắng xoáy nhằm tách bã hoa houblon và cặn tạo thành trong quá trình lắng nóng trước khi chuyển vào lên men.

Quá trình nấu sử dụng nhiều năng lượng dưới dạng nhiệt năng và điện năng cho việc vận hành các thiết bị; hơi nước phục vụ mục đích gia nhiệt và đun sôi.

### **1.2.1.3. Lên men**

- Làm lạnh và bổ sung oxy: dịch đường sau lắng có nhiệt độ khoảng 90-95°C được hạ nhiệt độ nhanh đến 8 - 10°C và bổ sung oxy với nồng độ 6-8 mg O<sub>2</sub>/lít. Quá trình lạnh nhanh được thực hiện trong các thiết bị trao đổi nhiệt với môi chất lạnh là nước lạnh 1-2 °C.
- Chuẩn bị men giống: Nấm men được nuôi cấy trong phòng thí nghiệm, sau đó được nhân trong các điều kiện thích hợp để đạt được mật độ nấm men cần thiết cho lên men
- Lên men chính: dịch đường được cấp bổ sung oxy, làm lạnh đến nhiệt độ thích hợp để tiến hành quá trình lên men chính với thời gian và điều kiện phù hợp. Việc lên men có thể được thực hiện trong các tank không có bảo ôn và đặt trong nhà lạnh được kiểm soát nhiệt độ theo chế độ nhiệt độ chung của phòng lên men. Công nghệ lên men trong phòng lạnh hiện nay không còn phổ biến do tiêu tốn nhiều năng lượng cho việc chạy lạnh cho phòng lên men và khó khăn trong việc thao tác vận hành. Ngày nay việc lên men phổ biến được tiến hành trong các tank liên hoàn được thiết kế phù hợp cho công nghệ lên men của các nhà sản xuất khác nhau với hệ thống kiểm soát nhiệt độ và dễ dàng tự động hóa. Khí CO<sub>2</sub> sinh ra trong quá trình lên men được thu hồi. Thời gian lên men chính thường là 5-7 ngày. Trong trường hợp lên men chìm, sau khi kết thúc lên men chính nấm men kết lắng xuống đáy các tank lên men và được lấy ra ngoài gọi là men sữa. Nấm men sẽ được lấy một phần để tái sử dụng cho lên men các tank tiếp theo hoặc được thải bỏ. Trong trường hợp lên men nổi, nấm men tập trung lên bề mặt và cũng được tách một phần khỏi dịch lên men.
- Lên men phụ: dịch sau khi kết thúc giai đoạn lên men chính được chuyển sang giai đoạn lên men phụ để hoàn thiện chất lượng bia (tạo hương và vị đặc trưng). Quá trình lên men này diễn ra chậm, tiêu hao một lượng

đường không đáng kể, bia được lắng trong và bão hoà CO<sub>2</sub>. Thời gian lên men từ 14-21 ngày hoặc hơn tùy thuộc vào yêu cầu của từng loại bia.

#### **1.2.1.4. Lọc bia và hoàn thiện sản phẩm**

- Lọc bia: Sau lên men, bia được đem lọc để đạt được độ trong theo yêu cầu. Lọc bia được tiến hành bằng nhiều loại thiết bị khác nhau. Các loại máy lọc bia thường dùng là máy ép lọc khung bản có sử dụng giấy hoặc vải lọc. Trong những năm trước đây nhiều nhà máy sử dụng các máy lọc đĩa nằm ngang với các thiết kế khác nhau. Gần đây các nhà sản xuất bia trong các nhà máy quy mô lớn sử dụng máy lọc nển với các cột lọc là các cột lưới inox có bề mặt lọc rộng, kích thước máy gọn, vận hành hoàn toàn tự động, dễ kiểm soát độ trong của bia và chất lượng bia ổn định hơn. Việc lọc trong bia luôn thực hiện với sự duy trì nhiệt độ lạnh cho bia trước và sau khi lọc khoảng -1 °C đến 1 °C. Tác nhân quan trọng để lọc bia là các loại bột trợ lọc khác nhau. Sau khi lọc chúng trở thành chất thải và là vấn đề gây ô nhiễm lớn trong quá trình sản xuất.
- Hoàn thiện sản phẩm, bia có thể được lọc hoặc xử lý qua một số công đoạn như qua hệ thống lọc trao đổi chứa PVPP hoặc silicagel để loại bỏ polyphenol và protein trong bia, tăng tính ổn định của bia trong quá trình bảo quản. Nhằm mục đích tăng tính ổn định của bia người ta có thể sử dụng thêm các enzyme hoặc chất bảo quản được phép sử dụng trong sản xuất bia.
- Pha bia: Trong công nghệ sản xuất bia gần đây các nhà sản xuất tiến hành lên men bia nồng độ cao (phổ biến trong khoảng 12,5 – 16 độ plato) để tăng hiệu suất thiết bị và tiết kiệm năng lượng. Trong quá trình lọc và hoàn thiện sản phẩm họ sẽ pha loãng bia về nồng độ mong muốn theo tiêu chuẩn sản phẩm trên những thiết bị chuyên dùng. Quá trình pha loãng bia luôn yêu cầu nước tiêu chuẩn cao trong đó hàm lượng ô xy hòa tan dưới 0,05 ppm.
- Bão hoà CO<sub>2</sub>: Bia trong và sau khi lọc được bão hòa thêm CO<sub>2</sub> để đảm bảo tiêu chuẩn bia thành phẩm trước khi đóng chai, lon.
- Lọc bia vô trùng: có nhiều nhà máy bia trang bị hệ thống lọc màng để sản xuất bia tươi đóng chai/lon không thanh trùng.

Như vậy hệ thống lọc bia trong nhà máy sản xuất bia có nhiều cấp độ khác nhau. Tùy theo mục đích mà nhà sản xuất trang bị thiết bị và chất lượng thiết bị đến mức độ cần thiết.

#### **1.2.1.5. Đóng chai, lon, keg và thanh trùng sản phẩm**

Để đáp ứng nhu cầu khác nhau của người tiêu dùng và đảm bảo việc vận chuyển bia đến nơi tiêu thụ, các nhà sản xuất bia phải tiến hành khâu bao gói.

Các bao bì phải được rửa sạch sẽ tiệt trùng trước khi chiết rót. Khâu rửa bao bì tốn nhiều hóa chất và năng lượng kèm theo nước thải với tải lượng BOD cao.

Bia được chiết vào chai, lon keg bằng các thiết bị chiết rót. Tùy theo yêu cầu của thị trường, thời gian lưu hành sản phẩm trên thị trường có thể từ 1 tháng đến hàng năm. Do vậy yêu cầu chất lượng của bia sau khi đóng vào bao bì cũng rất khác nhau. Việc kiểm soát tốt các thông số trong quá trình chiết như hàm lượng ô xy/không khí trong chai/lon đòi hỏi nghiêm ngặt và như vậy cần phải lựa chọn tốt thiết bị chiết rót ngay từ khi đầu tư. Quá trình đóng chai/lon cần độ chính xác cao về hàm lượng ô xy/không khí, mức bia trong chai. Nếu thiết bị làm việc không chính xác sẽ dẫn đến nhiều sản phẩm hỏng, mức hao hụt bia cao, gây tải lượng hữu cơ cao trong nước thải.

Sau khi chiết, sản phẩm được thanh trùng. Quá trình thanh trùng được thực hiện nhờ nước nóng ở các thang nhiệt độ yêu cầu. Yêu cầu kỹ thuật cho khâu thanh trùng được tính bằng đơn vị thanh trùng.

$$\text{Đơn vị thanh trùng (PE)} = t \times 1,393^{(T - 60)}$$

trong đó: t là thời gian thanh trùng (phút); T là nhiệt độ thanh trùng (°C)

## 1.3.2 Các bộ phận phụ trợ

### 1.2.2.1. Các quá trình vệ sinh

Trong sản xuất bia quá trình vệ sinh đóng vai trò quan trọng để đảm bảo các yêu cầu công nghệ và an toàn vệ sinh thực phẩm cho sản phẩm. Ngoài ra, việc vệ sinh còn chứa đựng nhiều vấn đề gây ô nhiễm môi trường nếu không được thiết lập quy trình và quản lý đúng mức. Vệ sinh bao gồm các công việc liên quan đến làm sạch khu vực sản xuất và vệ sinh thiết bị. Các thiết bị được chế tạo gần đây luôn trang bị các bộ phận có thể cho phép vệ sinh có thể tiến hành hoàn toàn tự động trong thiết bị (gọi là CIP).

Vệ sinh nhà xưởng, khu vực sản xuất phải được làm thường xuyên để tránh ô nhiễm chéo từ môi trường vào sản phẩm. Công việc chủ yếu thực hiện bằng tay và nhờ sự trợ giúp của các bơm, vòi phun cao áp.

Vệ sinh thiết bị nhờ hệ thống vệ sinh trong thiết bị (CIP) có thể tự động hoá ở các mức độ khác nhau. Các giai đoạn trong quy trình CIP bao gồm:

- Khâu tráng rửa ban đầu: Các bồn chứa và đường ống được rửa bằng nước thường để loại các chất bẩn bám trên bề mặt. Nước rửa không được tái sử dụng mà thải ra hệ thống xử lý nước thải. Mức độ ô nhiễm của nước thải phụ thuộc vào độ bẩn của các bồn và đường ống.
- Khâu rửa bằng hoá chất: Sau khi kết thúc quá trình rửa ban đầu, các bồn

chứa và đường ống được súc rửa bằng dung dịch xút nóng ở nhiệt độ 70-85°C để tẩy sạch các chất bẩn còn bám ở bề mặt. Thời gian tuần hoàn xút nóng 15-30 phút tùy thuộc vào mức độ bẩn của thiết bị. Xút nóng được thu hồi về thiết bị chứa để tái sử dụng. Sau khi tuần hoàn xút nóng thiết bị được tráng rửa bằng nước.

Một số thiết bị sau khi rửa bằng xút và tráng rửa có thể phải rửa tiếp bằng dung dịch axit. Sau đó được tráng rửa bằng nước nhiều lần đến khi sạch.

- Khâu súc rửa cuối cùng: Các bồn và đường ống được súc rửa lần cuối với dung dịch nước ở nhiệt độ môi trường để làm sạch các chất tẩy rửa còn lại. Phần nước này được thu hồi và tái sử dụng cho khâu súc rửa sơ bộ.

Do vậy, ngoài khả năng đảm bảo mức độ vệ sinh thực phẩm, quy trình súc rửa, tái sử dụng cho phép tiết kiệm tài nguyên nước và hóa chất sử dụng.

#### **1.2.2.2 Quá trình cung cấp hơi**

Hệ thống nồi hơi đốt than hoặc dầu với áp suất tối đa là 10 bar, áp suất làm việc trong khoảng 4-6 bar. Thiết bị cung cấp hơi là nồi hơi chạy bằng nhiên liệu hóa thạch (than đá, ga), khí sinh học, hoặc bằng điện. Từ nồi hơi, hơi nước được dẫn trong các ống chịu áp cung cấp cho các thiết bị cần gia nhiệt. Hiệu suất của nồi hơi, các chế độ vận hành, việc bảo ôn cách nhiệt, việc tận thu và sử dụng nước ngưng có ý nghĩa lớn trong việc xem xét hiệu quả của hệ thống cung cấp nhiệt trong nhà máy bia.

Khói thải nồi hơi có chứa CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> và bụi thải. Khói thải gây ra hiệu ứng nhà kính, ô nhiễm không khí các khu vực lân cận.

#### **1.2.2.3 Quá trình cung cấp lạnh cho sản xuất**

Trong nhà máy bia các quá trình có sử dụng lạnh là quá trình làm lạnh dịch đường từ khâu nấu, quá trình lên men, quá trình nhân và bảo quản giống men, quá trình làm lạnh bia thành phẩm trong các bồn chứa bia thành phẩm, quá trình làm lạnh nước phục vụ lên men và vệ sinh... Hệ thống máy lạnh với môi chất hiện nay thường sử dụng là ammoniac sẽ làm lạnh glycol hoặc nước là các môi chất thứ cấp cho các thiết bị lên men và trao đổi nhiệt. Việc tính toán công suất máy lạnh, thiết kế hệ thống cung cấp lạnh hợp lý sẽ đảm bảo chi phí vận hành thấp, hiệu quả sản xuất cao.

#### **1.2.2.4. Quá trình cung cấp khí nén**

Khí nén được dùng trong nhiều quá trình trong nhà máy sản xuất bia. Khí nén được cung cấp bởi máy nén khí, chứa sẵn trong các bình chứa. Máy nén khí tiêu tốn nhiều điện năng, khí nén được dự trữ ở áp suất cao trong các balông chứa khí, rất dễ bị rò rỉ, hao phí do thoát ra ngoài trên đường ống.

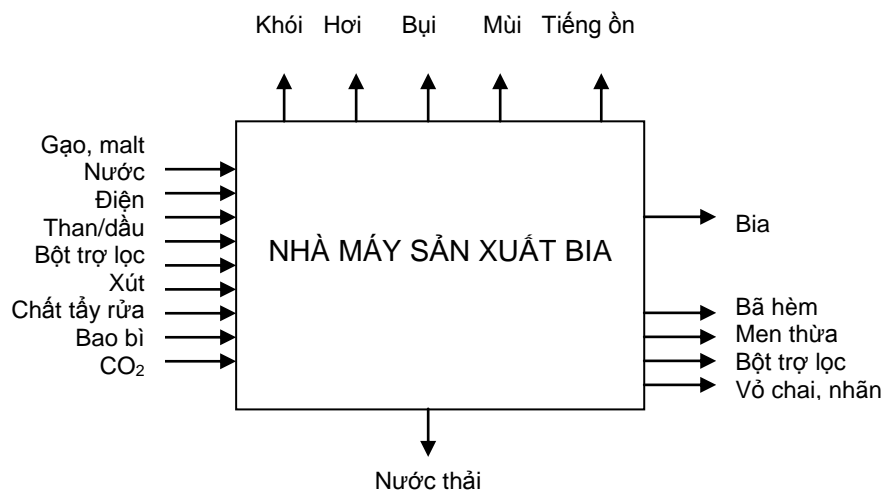
#### **1.2.2.5. Quá trình thu hồi và sử dụng CO<sub>2</sub>**

Bao gồm balông chứa, thiết bị rửa, máy nén CO<sub>2</sub>, thiết bị loại nước, lọc than hoạt tính, thiết bị lạnh, thiết bị ngưng tụ CO<sub>2</sub>, 1 tank chứa CO<sub>2</sub>, 1 thiết bị bay hơi CO<sub>2</sub>, hệ thống đường ống, phụ kiện. Toàn bộ CO<sub>2</sub> trong quá trình lên men sẽ được thu lại và sử dụng cho việc bão hòa CO<sub>2</sub> của bia thành phẩm trong quá trình lọc.

## 2 Sử dụng tài nguyên và ô nhiễm môi trường

Chương này cung cấp thông tin đặc thù về tiêu thụ nguyên nhiên liệu và tác động của quá trình sản xuất đến môi trường, cũng như tiềm năng dự đoán của việc áp dụng sản xuất sạch hơn trong ngành sản xuất bia

Trong phần này mô tả các hoạt động mà ở đó có tiêu thụ và tiêu tốn tài nguyên và phát thải. Hình 4 miêu tả các nguồn tài nguyên được sử dụng và các nguồn thải phát sinh trong nhà máy sản xuất bia



**Hình 4. . Nguồn nguyên liệu đầu vào và phát thải trong nhà máy bia**

### 2.1 Tiêu thụ nguyên, nhiên liệu

Các nhà máy bia định mức việc tiêu hao tài nguyên và phát thải dựa trên sản lượng bia (thường tính trên 1 hecto lít bia). Trong bảng 1 là các mức tiêu hao cho 3 loại công nghệ (truyền thống, trung bình và công nghệ tốt nhất) và mức tiêu hao trong các nhà máy bia ở Việt Nam.

Nhà máy bia truyền thống thường sử dụng công nghệ cũ, quy mô nhỏ, được đầu tư vào thời kỳ mà các công nghệ mới chưa phát triển và có thể tìm thấy ở nhiều nơi trên thế giới. Các công nghệ này vẫn được duy trì ở các nước có giá năng lượng tương đối rẻ, quy định về bảo vệ môi trường không quá nghiêm ngặt.

Nhà máy bia công nghệ trung bình là nhà máy bia có thiết bị tương đối hiện

đại và đã tập trung vào vấn đề tiêu hao tài nguyên và môi trường.

Nhà máy bia công nghệ tốt nhất là nhà máy được đầu tư trong thời gian gần đây, có áp dụng các công nghệ tiên tiến, thường có quy mô lớn, có mức tiêu hao năng lượng và ô nhiễm ở mức thấp nhất.

**Bảng 1. Tiêu hao tài nguyên trong một số nhà máy bia**

(sản phẩm đóng chai sử dụng nhiều lần, tính cho 1 hecto lít bia hay 100 lít bia)

Tên tài nguyên	Đơn vị tính	Công nghệ truyền thống	Công nghệ trung bình	Công nghệ tốt nhất	Mức hiện tại ở VN
Malt/nguyên liệu thay thế	kg	18	16	14	14-18
Nhiệt	MJ	390	250	150	200-350
Nhiên liệu (tính theo dầu FO)	lít	11	7	3	3,6 - 8,5
Điện	kWh	20	16	7-12	7.5 -20
Nước	m <sup>3</sup>	2,0-3,5	0,7-1,5	0,4	0,6 - 2,0
NaOH	kg	0,5	0,25	0,1	0,2 - 0,6
Bột trợ lọc	g	570	255	80	100-400

Chi tiết của việc tiêu thụ nguyên nhiên liệu cũng như phát thải được cụ thể hoá dưới đây.

### 2.1.1 Malt và nguyên liệu thay thế

Nguyên liệu chính dùng cho sản xuất bia là malt đại mạch, nước, hoa hublon và các nguyên liệu thay thế khác như đại mạch, gạo, ngô và các loại đường, si rô. Thường để sản xuất 1000 lít bia cần 150 kg malt và nguyên liệu thay thế. Tỷ lệ nguyên liệu thay thế có thể chiếm đến 30%.

Hublon dùng để tạo hương vị cho bia, được sử dụng dưới dạng hoa tự nhiên, hoa viên hoặc cao.

Mức tiêu hao nguyên liệu phụ thuộc vào loại bia mà nhà sản xuất định sản xuất; hiệu suất sử dụng nguyên liệu; mức độ hao phí nguyên liệu trong quá trình sản xuất.

Phần nguyên liệu hao phí thường nằm dưới các dạng sau:

#### 2.1.1.1. Bã hèm

Bã hèm là phần còn lại của nguyên liệu sau khi chiết xuất và tách hết dịch nha khỏi bã hèm. Bã hèm vẫn còn chứa một lượng đường và nước. Lượng bã hèm thường khoảng 140 kg/1000 lít dịch đường và có hàm lượng nước khoảng 80%. Trong nước bã hèm vẫn còn một lượng chất hòa tan còn sót lại

(thường khoảng 1-5%).

Trong nhà nấu được thiết kế và vận hành tốt, hiệu số giữa hiệu suất trong sản xuất và hiệu suất trong phòng thí nghiệm của nguyên liệu nhỏ hơn 1%. Nếu hiệu số này lớn hơn và có nghĩa là hao phí mất mát trong quá trình nấu theo bã hèm lớn hơn do hiệu suất trích ly nguyên liệu trong quá trình nấu, đường hóa, quá trình lọc dịch đường và rửa bã chưa đạt hiệu suất cao.

#### **2.1.1.2. Nước rửa bã**

Trong khi lọc, dịch đường được thu về nồi nấu hoa, người ta dùng nước nóng để rửa bã hèm, tận thu cơ chất còn trong bã. Lượng nước rửa bã được xác định bằng lượng dịch cần thiết trong nồi nấu hoa; nồng độ dịch đường trong quá trình rửa bã cũng giảm dần.

Tuy nhiên sau khi rửa bã, trong bã vẫn còn một lượng lớn dịch đường loãng nằm trong bã. Dịch đường loãng chiếm 2-6% tổng lượng dịch chứa nồng độ chất hòa tan 1-1,5%. Nếu tận thu nước rửa bã cho các mẻ nấu sau sẽ góp phần làm tăng hiệu suất của quá trình nấu. Nếu dịch đường loãng đi vào hệ thống nước thải sẽ làm tải lượng BOD của nước thải tăng lên.

#### **2.1.1.3. Cặn nóng**

Dịch đường sau khi chuyển sang thiết bị lắng xoáy, dịch trong được chuyển qua thiết bị lạnh nhanh vào hệ thống lên men, cặn còn lại trong đáy thiết bị gọi là cặn nóng. Cặn nóng còn chứa dịch nha, bã hoa, các chất keo tụ từ protein. Đối với thiết bị lắng xoáy hiệu quả cao thì lượng cặn nóng chiếm 0,2-0,4% tổng lượng dịch, có hàm lượng cơ chất 15-20%.

Trong cặn nóng có chứa dịch đường, tỷ lệ hao phí dịch đường phụ thuộc vào hiệu quả của việc lọc và lắng xoáy dịch đường. Cặn nóng có thể được xử lý bằng nhiều cách, hoặc đem trộn với bã, hoặc thải vào hệ thống nước thải. Nếu cặn nóng đi vào hệ thống nước thải sẽ làm tăng tải lượng BOD của nước thải lên 110.000 mg/kg cặn nóng.

#### **2.1.1.4. Nấm men**

Nấm men sinh khối trong quá trình lên men được sử dụng lại một phần vào quá trình lên men. Lượng nấm men thừa khoảng 20-40 kg/1000 lít bia. Trong nấm men còn chứa bia; có tải lượng BOD khoảng 120.000-140.000 mg/l.

#### **2.1.1.5. Hao phí bia**

Bia thường bị mất mát trong những công đoạn sau của sản xuất

- Quá trình làm trống tank: Sau khi các tank được bơm hết, thường trong tank còn một lượng bia nhất định. Người sản xuất thường dùng nước đẩy vào tank để làm trống tank. Lượng bia mất mát phụ thuộc vào hiệu quả và phương pháp của quá trình làm trống tank.
- Quá trình lọc bia: Khi bắt đầu làm màng lọc, một lượng lớn nước lẫn với bia được xả bỏ cũng như khi kết thúc lọc người ta dùng nước để đẩy bia



ra khỏi máy. Tất cả dịch bia loãng này nếu không được tận thu sẽ là tổn thất lớn trong quá trình sản xuất và gây ra ô nhiễm cho nguồn nước thải.

- Các đường ống: Trong các đường ống có bia hay được dùng nước để đẩy, gây ra lãng phí bia.
- Bia thất thoát trong quá trình chiết chai: Do lỗi của máy chiết, do chai vỡ, bia bị phun ra ngoài. Tỷ lệ hao phí này phụ thuộc vào độ chính xác của máy chiết, máy thanh trùng và thao tác vận hành của công nhân.
- Bia quay về: Trong quá trình tiêu thụ nếu có vấn đề, trong quá trình kiểm tra chất lượng nếu các chỉ tiêu không đảm bảo bia sẽ được quay trở về nhà máy.
- Bia thí nghiệm: Tại một số nhà máy việc quản lý nội vi còn lỏng lẻo lượng bia thừa còn tăng lên trong các lần lấy bia thí nghiệm. Lượng bia thừa này có thể được thải trực tiếp vào nguồn nước thải của nhà máy làm tăng COD, BOD của nước thải.

Lượng bia bị tổn thất trong quá trình sản xuất chiếm khoảng 1-5%, trong một số trường hợp còn cao hơn, Nếu bia không được tận thu trong nhà máy, chúng bị xả vào dòng nước thải, gây ra ô nhiễm nặng và chi phí cho xử lý nước thải lớn.

### 2.1.2 Tiêu thụ nhiệt

Tiêu thụ nhiệt của một nhà máy bia vận hành tốt nằm trong khoảng 150-200 MJ/hl đối với nhà máy bia không có hệ thống thu hồi nhiệt trong quá trình nấu hoa nhưng có hệ thống bảo ôn tốt, thu hồi nước ngưng, hệ thống bảo trì tốt.

Tiêu hao năng lượng trong nhà máy bia phụ thuộc vào đặc tính của nhà máy như quá trình công nghệ, phương pháp đóng gói sản phẩm, kỹ thuật và loại thiết bị thanh trùng, công nghệ xử lý sản phẩm phụ.

Các quá trình tiêu hao năng lượng nhà máy bia bao gồm: Nấu và đường hóa, nấu hoa, hệ thống vệ sinh (CIP) và tiệt trùng, hệ thống rửa chai, keg, hệ thống thanh trùng bia. Trong đó tiêu thụ nhiệt nhiều nhất là nồi nấu hoa, chiếm đến 30-40% tổng lượng hơi dùng trong nhà máy.

### 2.1.3 Tiêu thụ nước

Mức tiêu thụ nước trong nhà máy bia vận hành tốt nằm trong khoảng 4-10 hl/hl bia.

Mức tiêu thụ nước phụ thuộc vào hệ thống đóng gói bia thành phẩm, hệ thống thiết bị. Nhiệt độ của nước cũng quyết định mức tiêu thụ nước.

Các quá trình sử dụng nước trong nhà máy bia là: làm lạnh, rửa chai/keg, thanh trùng làm nguội, tráng và vệ sinh thiết bị (CIP), nấu và rửa bã, vệ sinh nhà xưởng, vệ sinh hệ thống băng tải có dầu nhờn ở khu vực chiết chai, làm mát các bơm chân không, và phun rửa bột trợ lọc.

Các số liệu gần đây của Hãng Heineken cho thấy mức tiêu thụ nước ở các bộ phận sản xuất như sau:

Khu vực nguyên liệu:	1,3 hl/hl
Vệ sinh:	2,9 hl/hl
Truyền nhiệt	0,7 hl/hl
Khác	1,6 hl/hl
Tổng cộng	6,5 hl/hl trong đó đến 45% lượng nước dùng cho vệ sinh

#### 2.1.4 Tiêu thụ điện

Điện tiêu thụ cho nhà máy bia vận hành tốt trung bình 8-12 kWh/hl, phụ thuộc vào quá trình sản xuất và đặc tính của sản phẩm.

Nhiều nhà máy có mức tiêu thụ điện cao gấp đôi so với chuẩn do sản xuất không hiệu quả và thiếu ý thức trong quản lý năng lượng. Hiện nay nhiều nhà máy có mức tiêu thụ điện thấp hơn do sử dụng các thiết bị thế hệ mới có mức tiêu thụ điện năng thấp và khả năng tự động hóa cao.

Các khu vực tiêu thụ điện năng là: khu vực chiết chai, máy lạnh, khí nén, thu hồi CO<sub>2</sub>, xử lý nước thải, điều hòa không khí, các khu vực khác như bơm, quạt, điện chiếu sáng

#### 2.1.5 Các nguyên liệu phụ

**Bột trợ lọc:** Lượng bột trợ lọc dùng trong lọc bia khoảng 1-3 kg/1000 lít bia phụ thuộc vào loại nấm men, loại bia, thời gian và nhiệt độ lên men.

**Xút:** Dùng để vệ sinh thiết bị và rửa chai. Mức dùng 5-10 kg xút 30%/1000 lít bia. Mức tiêu thụ xút cao chứng tỏ việc thu hồi xút từ quá trình vệ sinh kém hoặc quá trình rửa chai có vấn đề. Nếu nước thải không được trung hòa thì khi mức dùng xút cao dẫn đến pH của nước thải rất cao.

**Các chất tẩy rửa và a xít:** Mức tiêu thụ phụ thuộc vào hệ thống CIP.

**CO<sub>2</sub>:** Trong quá trình lên men đường được nấm men chuyển hóa thành etanol và CO<sub>2</sub>. Có thể thu được 3-4 kg CO<sub>2</sub> từ lên men 1 hl dịch đường, phụ thuộc vào nồng độ dịch đường. Nhiều nhà máy thu hồi chúng, làm sạch và sử dụng trong quá trình sản xuất. Ở một số nhà máy bia không có hệ thống thu hồi CO<sub>2</sub>, chúng được thải vào không khí trong khi đó họ lại mua CO<sub>2</sub> về để sử dụng cho quá trình bão hòa CO<sub>2</sub> và chiết chai/keg.

CO<sub>2</sub> do nồi hơi phát thải do đốt nhiên liệu hóa thạch thì không được thu hồi. Lượng CO<sub>2</sub> phát thải từ nồi hơi khoảng 16 kg/hl bia (nhu cầu nhiệt cho bia là 200 MJ/hl). Lượng này lớn hơn lượng CO<sub>2</sub> sinh ra trong quá trình lên men bia.

Nhà máy bia có thể thu hồi và sử dụng đủ lượng CO<sub>2</sub> cần thiết trong quá trình

sản xuất nếu hệ thống thu hồi CO<sub>2</sub> từ hệ thống lên men được thiết kế và vận hành tốt.

**Nguyên liệu đóng gói:** chai, lon, nút, nắp, màng co, phôi nhôm, nhãn, hồ dán, các phụ gia như các chất chống ô xy hóa, các enzyme, các chất tạo bọt, các chất ổn định...

## 2.2 Các vấn đề môi trường

Vấn đề môi trường lớn nhất trong nhà máy bia là lượng nước thải rất lớn chứa nhiều chất hữu cơ, pH cao, nhiệt độ cao. Việc lưu giữ và thải bỏ lượng men thải lớn và bột trợ lọc, vải lọc có lẫn nấm men sau mỗi lần lọc làm tải lượng hữu cơ trong nước thải rất lớn. Nguồn nước thải không được kiểm soát và không được xử lý sẽ dẫn đến phân hủy các chất hữu cơ, làm giảm ô xy hòa tan trong nước cần thiết cho thủy sinh. Ngoài ra quá trình này còn gây ra mùi khó chịu. Các thành phần khác có trong nước thải như nitrat, photphat gây ra hiện tượng phì dưỡng cho các thực vật thủy sinh

Theo sơ đồ hình 4, quá trình sản xuất bia phát thải ra môi trường dưới cả ba dạng rắn, lỏng và khí. Bảng 2 tóm tắt các vấn đề môi trường theo khu vực sản xuất.

**Bảng 2. Các vấn đề môi trường trong khu vực sản xuất của nhà máy bia**

Khu vực	Tiêu hao/Thải/Phát thải	Các vấn đề môi trường
Nấu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiêu tốn năng lượng (nhiệt)</li> <li>- Tiêu tốn nhiều nước</li> <li>- Xút và a xít cho hệ CIP</li> <li>- Thải lượng hữu cơ cao</li> <li>- Phát thải bụi</li> <li>- Gây mùi ra các khu vực xung quanh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiêu tốn tài nguyên và ô nhiễm không khí, ô nhiễm môi trường nước.</li> <li>- Góp phần vào việc làm ấm lên toàn cầu do phát thải CO<sub>2</sub></li> <li>- Làm khó chịu các cư dân xung quanh.</li> </ul>
Lên men	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiêu tốn năng lượng (lạnh)</li> <li>- Tiêu tốn nhiều nước</li> <li>- Xút và a xít cho hệ CIP</li> <li>- Phát thải CO<sub>2</sub></li> <li>- Thải lượng hữu cơ cao (do nấm men và việc vệ sinh thiết bị gây nên nước thải có nồng độ chất hữu cơ, nitrat và phot pho cao)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Phì dưỡng sông, hồ, biển và nguy cơ cho cư dân xung quanh,</li> <li>- Ảnh hưởng đến đa dạng sinh học</li> </ul>
Lọc bia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiêu tốn nhiều nước</li> <li>- Tiêu tốn bột trợ lọc</li> <li>- Tiêu tốn năng lượng lạnh, CO<sub>2</sub></li> <li>- Thải lượng hữu cơ cao (nấm men, bột trợ lọc)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Phì dưỡng sông, hồ, biển và nguy cơ cho cư dân xung quanh,</li> <li>- Ảnh hưởng đến đa dạng sinh học</li> </ul>

Khu vực	Tiêu hao/Thải/Phát thải	Các vấn đề môi trường
Đóng gói Thanh trùng	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiêu hao năng lượng (hơi nước)</li> <li>- Nước thải có pH cao và chất lơ lửng nhiều.</li> <li>- Tiêu hao nhiều nước nóng và nước lạnh.</li> <li>- Tiếng ồn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiêu tốn tài nguyên và ô nhiễm không khí.</li> <li>- Góp phần vào việc làm ấm lên toàn cầu do phát thải CO<sub>2</sub></li> <li>- Nguy cơ tác động xấu đến thủy sinh.</li> <li>- Làm khó chịu cho cư dân và người lao động</li> </ul>
Các hoạt động phụ trợ: nồi hơi đốt than hoặc dầu, máy lạnh...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiêu thụ nhiều năng lượng, -- Phát thải CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> và PAH (polyaromatic hydrocarbon)</li> <li>- Nguy cơ rò rỉ dầu</li> <li>- Nguy cơ rò rỉ và phát thải NH<sub>3</sub></li> <li>- Nguy cơ rò rỉ và phát thải CFC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ô nhiễm không khí, và đất</li> <li>- Làm hại sức khỏe con người</li> <li>- CFC là chất phá hủy tầng ozon</li> </ul>

### 2.2.1 Nước thải

Lượng nước thải phụ thuộc vào lượng nước sử dụng trong sản xuất. Chỉ có một lượng nước ở trong bia, nước bay hơi, nước trong bã hèm, bã bia không đi vào hệ thống nước thải. Lượng nước không đi vào hệ thống nước thải khoảng 1,5 hl/hl. Nghĩa là lượng nước thải trong sản xuất bia bằng lượng nước sử dụng trừ đi 1,5 hl/hl bia.

Nước thải nhà máy bia bao gồm:

- Nước thải vệ sinh các thiết bị
- Nước thải từ công đoạn rửa chai, thanh trùng bia chai
- Nước thải từ phòng thí nghiệm
- Nước thải vệ sinh nhà xưởng
- Nước thải sinh hoạt của công nhân nhà máy

Bảng 3, 4 tóm tắt đặc trưng nước thải của công nghiệp sản xuất bia.

**Bảng 3. Tính chất nước thải từ sản xuất bia**

Các chất ô nhiễm	Đơn vị tính	Mức hiện tại ở VN (nước thải chưa xử lý)	Tiêu chuẩn nước thải sau xử lý TCVN 5945:2005*			Tác động đến môi trường
			A	B	C	
pH		6-8	6-9	5.5-9	5-9	-
BOD <sub>5</sub>	mg/l	550-1.400	≤30	≤50	≤100	ô nhiễm
COD	mg/l	990 -2.200	≤50	≤80	≤400	ô nhiễm
SS	mg/l	500-600	≤50	≤100	≤200	gây ngạt thở cho thủy sinh
Tổng N	mg/l	30	≤15	≤ 30	≤60	gây ra hiện tượng phì dưỡng cho thực vật
Tổng P	mg/l	22-25	≤4	≤ 6	≤8	kích thích thực vật phát triển
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	13-16	≤5	≤ 10	≤15	độc hại cho cá nhưng lại thúc đẩy thực vật phát triển, thường gây ra các hiện tượng tảo

Ghi chú: \* Các thông số quy định trong tiêu chuẩn, chưa xét hệ số liên quan đến dung tích nguồn tiếp nhận và hệ số theo lưu lượng nguồn thải  
A - Thải vào nguồn tiếp nhận dùng cho mục đích sinh hoạt  
B - Nguồn tiếp nhận khác, ngoài loại A  
C - Nguồn tiếp nhận được quy định

**Bảng 4. Tải lượng các chất ô nhiễm trong nước sản xuất bia (đối với nhà máy bia công suất 100 triệu lít/năm)**

Các chất ô nhiễm	Tải lượng (kg/ngày)
SS	2.300-2.500
COD	10.000-11.000
BOD <sub>5</sub>	6.500-7.000
Tổng ni tơ	130-150
Tổng phốt pho	110-130

Thành phần nước thải nhà máy bia vượt rất nhiều lần mức cho phép theo tiêu chuẩn Việt Nam, cần phải qua xử lý. Công suất của hệ thống xử lý nước thải

nhà máy bia cũng cần tính toán đủ lớn và phù hợp với công suất sản xuất bia kèm theo tiêu tốn nhiều năng lượng trong quá trình vận hành. Xin tham khảo thông tin xử lý nước thải trong phần 5. Vậy việc tiết kiệm nước và áp dụng các kỹ thuật sản xuất sạch hơn rất cần thiết để giảm lượng nước phát thải cũng như nồng độ cơ chất hữu cơ trong nước thải.

## 2.2.2 Khí thải

Khí thải của nhà máy bia bao gồm khí thải phát sinh do quá trình đốt nhiên liệu tại nồi hơi, hơi và mùi hoá chất sử dụng, mùi sinh ra trong quá trình nấu và của các chất thải hữu cơ như bã hèm, men... chưa được xử lý kịp thời.

Qua thực tế kiểm tra nồng độ các chất thải CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> tại các khu vực sản xuất khác nhau trong nhà máy như ngoài phân xưởng lên men, tại trung tâm nhà máy, tại khu vực máy lạnh, khu vực ống khói nồi hơi và đối chiếu với “*Chất lượng không khí - Tiêu chuẩn khí thải công nghiệp với bụi và các chất vô cơ*” (TCNV 5939:2005) cho thấy nhà máy sản xuất không có vấn đề lớn về ô nhiễm không khí.

Có 2 khu vực cần quan tâm là ống khói nồi hơi và máy lạnh. Bảng 5 cho biết một số thông số khí thải của nồi hơi đốt dầu và nồi hơi đốt than.

**Bảng 5. Nồng độ các chất ô nhiễm không khí từ nồi hơi**

Chất ô nhiễm	Nồng độ (mg/m <sup>3</sup> )		TCVN 5939:2005	
	Nồi hơi than	Nồi hơi dầu	A	B
Bụi khói	420 - 624	10,9 - 11,4	≤ 400	≤ 200
SO <sub>2</sub>	210,8 - 647,4	925 - 2078	≤ 1500	≤ 500
NO <sub>x</sub>	225 - 305	148 - 242	≤ 1000	≤ 580
CO	-	12 - 22,1	≤ 1000	≤ 1000

Ghi chú: A – Đang hoạt động

B – Xây mới

Nồng độ các chất ô nhiễm còn phụ thuộc vào chất lượng nhiên liệu và hiệu suất vận hành nồi hơi. Tuy nhiên số liệu cũng cho thấy khi sử dụng nhiên liệu là than thì nồng độ bụi phát tán ra môi trường lớn hơn mức cho phép 1,5-3 lần và cần thiết phải lắp đặt hệ thống lọc bụi. Cả 2 trường hợp nhiên liệu là than và dầu đều cho nồng độ phát thải SO<sub>2</sub> cao hơn mức cho phép 1,3-4 lần và cần thiết phải lắp đặt hệ thống xử lý SO<sub>2</sub>

Hệ thống máy lạnh sử dụng môi chất NH<sub>3</sub> ít gây ảnh hưởng đến môi trường. Các sự cố có thể xảy ra là nổ bồn chứa hoặc rò rỉ NH<sub>3</sub>. Khí NH<sub>3</sub> gây kích thích đường hô hấp, có mùi khai và gây ngạt và có thể gây chết người. Nồng độ tối đa cho phép trong không khí ở khu vực sản xuất là 0,02 mg/l.

### 2.2.3 Chất thải rắn

Các chất thải rắn chính của quá trình sản xuất bia bao gồm bã hèm, bã men, các mảnh thủy tinh chai vỡ, két vỡ, nhãn thải từ khu vực đóng gói, bột trợ lọc từ khu vực lọc, bột giấy từ quá trình rửa chai, giấy, nhựa, kim loại từ các bộ phận phụ trợ, xỉ than, dầu thải, dầu phanh. Bã hèm và bã men là chất hữu cơ, sẽ gây mùi cho khu vực sản xuất nếu không được thu gom và xử lý kịp thời. Bảng 6 cung cấp số liệu về lượng chất thải rắn phát sinh trong quá trình sản xuất bia.

**Bảng 6. Lượng chất thải rắn phát sinh khi sản xuất 1 hectolit bia**

Chất ô nhiễm	Đơn vị	Lượng	Tác động
Bã hèm	kg	19-27	Gây ô nhiễm nguồn nước, đất, gây mùi khó chịu
Bã men	kg	1,3-4,0	Gây ô nhiễm nguồn nước, đất, gây mùi khó chịu
Vỏ chai vỡ	chai	0,3-0,9	gây tai nạn cho người vận hành
Bùn hoạt tính	kg	0,3-0,4	Gây ô nhiễm nguồn nước, đất, gây mùi khó chịu
Nhãn, giấy	kg	0,9-1,5	Gây ô nhiễm nguồn nước, đất, gây mùi khó chịu
Bã bột trợ lọc	kg	0,1-0,6	Gây ô nhiễm nguồn nước, đất, gây mùi khó chịu
Plastic	kg	0,01-0,04	Tạo ra tải lượng chất thải rắn cao, bãi chứa lớn
Kim loại	kg	0,01-0,06	Tạo ra tải lượng chất thải rắn cao, bãi chứa lớn

## 2.3 Tiềm năng của sản xuất sạch hơn

Bảng 1 cho thấy mức độ tiêu thụ nguyên nhiên liệu trung bình của Việt nam còn cao hơn nhiều so với các công nghệ tiên tiến hiện có trên thế giới. Như vậy, việc cải tiến, sử dụng nguyên nhiên liệu hiệu quả có thể mang lại lợi ích kinh tế lớn. Bảng 7 ước tính tiềm năng dễ dàng đạt được bằng các kỹ thuật đơn giản đối với các doanh nghiệp sản xuất bia ở Việt nam.

Với công suất phổ biến hiện nay là 20 triệu lít/năm, việc thực hiện sản xuất sạch hơn có thể mang lại hiệu quả 6 tỷ đồng/năm, chưa kể đến việc giảm chi phí xử lý môi trường.

**Bảng 7. Ước tính tiềm năng tiết kiệm có thể đạt được từ việc áp dụng sản xuất sạch hơn tại các nhà máy bia Việt nam**

Khu vực	Nhiệt	Điện	Nước	Thu hồi
Nấu	Giảm 15-20%	Giảm 5% từ các động cơ, chiếu sáng	Giảm 5% nước vệ sinh và tái sử dụng	Tăng hiệu suất thu dịch 1-2%
Lên men, tàng trữ và hoàn thiện sản phẩm	-	Giảm 5-10% từ áp dụng công nghệ lên men mới, tăng cường bảo trì	Giảm 5% nước máy lạnh và vệ sinh	Tăng hiệu suất thu hồi bia 1%
Chiết chai/lon	Giảm 5% do hợp lý hóa hệ thống thanh trùng	Giảm 2% từ dây chuyền, động cơ, chiếu sáng	Giảm 3-5% do rửa chai, tận dụng nước làm mát	Giảm bia thất thoát 1-2%
Phụ trợ	Tăng hiệu suất sinh hơi 5%	Giảm 5-10% từ máy lạnh, máy nén, động cơ, chiếu sáng	Cải thiện hệ thống làm mát, Tận dụng nước ngưng	Cải tạo, tăng hệ số hữu ích của thiết bị

### 3 Cơ hội sản xuất sạch hơn

Chương này dẫn ra một số ví dụ về giải pháp sản xuất sạch hơn có thể áp dụng thành công trong ngành sản xuất bia. Danh sách này sẽ tiếp tục được cập nhật khi có thêm các doanh nghiệp áp dụng sản xuất sạch hơn.

Các nhà máy bia được đặc trưng bởi việc tiêu thụ tài nguyên đáng kể nhưng sử dụng rất ít các hóa chất độc hại. Có thể phân loại các cơ hội sản xuất sạch hơn liên quan đến các khu vực chính là (1) nấu, (2) lên men và hoàn thiện, (3) chiết chai và (4) phụ trợ như sau:

#### 3.1 Các cơ hội SXSH liên quan đến khu vực nhà nấu

Nếu chênh lệch về hiệu suất chiết của malt trong phòng thí nghiệm và thực tế sản xuất lớn hơn 1% thì chất chiết đã bị tổn thất trong bã hèm và có nghĩa là nguyên liệu đầu vào đã chưa được sử dụng hết. Nếu giảm được tổn thất nguyên liệu 1% thì có nghĩa là giảm được 2 kg malt cho 1000 lit bia.

##### 3.1.1 Sử dụng công nghệ và thiết bị nghiền

Mỗi nhà sản xuất chọn một loại công nghệ lọc dịch hèm khác nhau và do vậy thiết bị nghiền cũng khác nhau. Dù sử dụng phương pháp nghiền nào cũng sẽ sinh một lượng bụi malt, gạo hao hụt. Việc đo lường và khống chế lượng hao hụt cho phép với công nghệ nghiền và điều chỉnh gió hút có thể thu hồi một phần lượng bụi nguyên liệu.



#### **Giảm bụi malt, gạo hao hụt sau khi nghiền**

##### **Công ty Sadabeco**

Tùy theo công nghệ nghiền mà lượng bụi malt, gạo sinh ra khác nhau. Tại công ty Sadabeco, hệ thống thiết bị nghiền theo nguyên lý nghiền khô. Trong quá trình nghiền, bột malt và gạo thất thoát theo hệ thống hút bụi. Ngoài việc bảo trì thường xuyên hệ thống máy nghiền và hút bụi để giảm thất thoát bột, việc tận dụng, phân loại và tận thu bột malt, gạo từ hệ thống lọc công ty Sadabeco đem lại hiệu quả giảm 0.7-1% lượng nguyên liệu hao hụt.

##### **Nhà máy bia Phú Bài, Công ty Bia Huế:**

Việc giảm thất thoát nguyên liệu được thực hiện ngay tại hệ thống làm sạch hạt trước khi vào máy nghiền bằng cách điều chỉnh tốc độ gió phù hợp trong quá trình làm sạch hạt. Nhà máy thực hiện giải pháp đơn giản là chắn  $\frac{1}{2}$  cửa hút gió trong máy sàng để giảm lượng gió hút và nâng cao khoảng cách các hòng gió với mặt sàn. Bên cạnh đó, nhà máy thường xuyên điều chỉnh lượng gió theo mẻ cần. Lượng malt, gạo hao hụt trong quá trình nghiền bị mất theo cửa hút gió giảm 43% (từ 160kg/mẻ xuống 90 kg/mẻ)

### **3.1.2 Sử dụng công nghệ và thiết bị lọc**

Thiết bị lọc dịch hèm là nồi lọc lắng đòi hỏi vỏ malt được giữ nguyên để tạo lớp lọc sau này. Công nghệ nghiền xác định hiệu suất trích ly nguyên liệu. Trong trường hợp lọc bằng nồi lọc, nếu nghiền malt theo phương pháp nghiền khô thường kèm theo thời gian lọc dịch đường dài 3-4 giờ/mẻ hiệu suất thấp hơn so với nghiền ướt 1-1,5%.

Thiết bị lọc khung bản áp suất cao bằng máy lọc Meura thế hệ mới có nhiều lợi thế về thời gian lọc, chỉ dưới 100 phút/mẻ, cho phép 1 ngày có thể nấu gần 16 mẻ với nồng độ dịch đường cao thích hợp cho công nghệ lên men nồng độ cao. Hiệu suất cao hơn trường hợp lọc nồi 1,5-2%. Máy nghiền búa thích hợp cho thiết bị này. Ở Việt Nam Tổng Công ty bia rượu NGK Sài Gòn, nhà máy bia Hà Tây đã đầu tư thiết bị này. Trên thế giới hãng Inbev và Heineken sử dụng nhiều loại thiết bị này do tính hiệu quả cao.

Việc lựa chọn thiết bị lọc hèm cần được xác định ngay từ đầu khi đầu tư nhà máy. Nhà đầu tư xác định rõ công nghệ và quan điểm đầu tư để chọn loại thiết bị lọc hèm và thiết bị nghiền đi kèm. Khi muốn thay đổi lại thiết bị lọc đã được lựa chọn và đầu tư sẽ tốn nhiều chi phí hơn.

### **3.1.3 Thu hồi dịch nha loãng**

Trong quá trình rửa bã một lượng nước rửa bã còn lại sau khi đã lấy đủ dịch cho nấu hoa. Lượng nước rửa bã này có thể tích bằng 2-6% thể tích tích đường, với nồng độ 1-1,5%, có COD khoảng 10.000 mg/l. Thay vì thải bỏ, dịch nha loãng được thu hồi vào tank chứa có bảo ôn và gia nhiệt dùng làm nước nấu cho mẻ tiếp theo. Việc làm này đặc biệt quan trọng trong công nghệ nấu nồng độ cao sẽ làm tiết kiệm nước và nguyên liệu đầu vào. Nếu dịch nha loãng bị thải vào hệ thống nước thải sẽ làm tăng tải lượng COD của hệ thống lên 20-60 g/hl dịch đường được sản xuất.

### **3.1.4 Tách dịch nha khỏi cặn lắng nóng**

Cặn lắng nóng chứa dịch đường, hoa huplon, các chất keo tụ của protein và

tanin. Cặn chiếm thể tích 1-3% thể tích dịch đường, có COD khoảng 150.000 mg/l, hàm lượng chất hòa tan khoảng 15-20%. Có thể dùng máy ly tâm hoặc thiết bị gạn lắng để thể tách một phần dịch nha ra khỏi cặn. Dịch nha đưa vào nồi nấu hoa, cặn đưa vào cùng bã hèm làm thức ăn gia súc.

Việc thu hồi cặn lắng nóng, không xả bỏ vào hệ thống nước thải cho phép giảm 150-450g COD/hl dịch đường xả bỏ vào hệ thống nước thải.

<b>Áp dụng trộn lẫn cặn lắng nóng với bã hèm</b>	
Một nhà máy bia ở châu Á có công suất 10 triệu lít/năm, lắp đặt hệ thống nước thải. Nhà máy này ban đầu đã thải cặn lắng vào dòng thải làm tải lượng BOD cao. Sau đó, nhà máy đã lắp đặt thiết bị thu hồi cặn và phun lên bã hèm. Giá trị dinh dưỡng của bã hèm tăng lên. Kết quả là:	
Giảm tải lượng trong nước thải	2.5 kg BOD/1000 lit bia
Thời gian hoàn vốn	3 tháng
Vốn đầu tư:	20.000 USD
Kết quả: Giảm 15% tải lượng hữu cơ vào hệ thống xử lý nước thải	

### 3.1.5 Thu hồi hơi từ nồi nấu hoa

Quá trình nấu hoa là quá trình tiêu thụ nhiều nhiệt nhất trong các công đoạn sản xuất bia. Trong quá trình sôi hoa, có khoảng 6-12% nước bốc hơi. Hơi thường thoát vào không khí gây tổn thất nhiệt và tạo ra mùi khó chịu. Thu hồi lại hơi này sẽ đạt được 2 mục tiêu là thu hồi nhiệt và giảm bớt mùi.

Phương pháp đơn giản nhất là thu hồi hơi sử dụng vào việc đun nước nóng của các quá trình vệ sinh. Có thể tìm thấy hệ thống này ở một số nhà máy bia. Trong một số nhà máy bia có hệ thống thu hồi nước nóng trong quá trình làm lạnh dịch đường thì có khả năng dư thừa nước nóng và nước nóng sẽ bị thải ra ngoài. Có 2 tình huống có thể xem xét là:

**Sử dụng hơi từ nồi nấu hoa:** Hơi từ nồi nấu hoa dùng qua thiết bị trao đổi nhiệt để nấu sôi dịch. Nước ngưng có nhiệt độ khoảng 100°C dùng để sản xuất nước nóng. Nước ngưng sau khi đã lấy bớt nhiệt của hơi sẽ dùng để tráng nồi nấu.

**Tái nén hơi để nấu hoa:** Hơi thừa trong quá trình nấu hoa được tái nén qua 1 thiết bị tái nén (VRC) quay trở lại nồi nấu hoa.

<b>Thu hồi hơi từ nồi nấu hoa</b>
Công ty Bia Thanh Hóa và Nhà máy bia Lào đã thực hiện thu hồi hơi từ nồi nấu hoa. Kết quả cho thấy giảm được 60-70% lượng hơi cần thiết cho nấu hoa.

Một nhà máy hiệu quả có mức sử dụng năng lượng cho 1 hl bia khoảng 150 MJ còn ở nhà máy kém hiệu quả mức sử dụng có thể đến 350 MJ.
---

## 3.2 Cơ hội SXSH liên quan đến khu vực lên men

### 3.2.1 Thu hồi nấm men

Nấm men dư có hàm lượng chất hữu cơ cao, cần được thu hồi càng triệt để càng tốt để tránh COD cao trong hệ nước thải. COD của nấm men bia là 180.000-220.000 mg/l. Nếu nấm men được thu hồi triệt để không cho xả vào dòng thải nó đã góp phần làm giảm 360-880 g COD/hl bia.

Nấm men bia có thể được sử dụng bằng nhiều cách:

- Bán cho người chăn nuôi lợn, vì nó chứa nhiều vitamin, protein, chất khoáng, cacbohydrat, chất béo.
- Sấy khô để làm thực phẩm cho người.

Việc thu hồi nấm men cần đầu tư các thiết bị như máy ly tâm, tank chứa, đường ống, bơm.

**Công ty Liên hợp thực phẩm Hà Tây** có công suất 5 triệu lít/năm. Khi tách nấm men từ đáy tank, chúng thường rơi vãi ra sàn nhà, dẫn đến các chi phí nước rửa sàn, hóa chất vệ sinh nền nhà, tăng tải lượng dòng thải.

Năm 2000 công ty đã lắp đặt thiết bị thu hồi men, kết quả đã triệt để rút được men khỏi tank và không rơi vãi ra nền nhà, giảm 30 m<sup>3</sup> nước rửa sàn và các hóa chất, nhân công, giảm tải COD khoảng 74 kg/ngày..

Chi phí đầu tư: 2100 USD tương đương 29,4 triệu VNĐ.

Thời gian hoàn vốn : 0,5 năm

**Công ty Bia Sadabeco** đầu tư thiết bị ép men, bồn chứa men và đường ống để thu hồi men với tổng đầu tư 70 triệu đồng. Men thu hồi được ép và làm thức ăn gia súc. Giải pháp này có thời gian hoàn vốn 13 tháng.

### 3.2.2 Thu hồi bia tổn thất theo nấm men

Trong nấm men bia có chứa lẫn bia. Lượng bia hao phí theo nấm men khoảng 1-2%. Bia cần được thu hồi bằng các cách sau:

- Ly tâm
- Lọc ngang
- Lọc ép khung bản

Bia thu hồi có thể đưa vào nồi nấu, hoặc thanh trùng và đưa vào tank lên men.

### Thay đổi quy trình xả men

Để thu hồi bia trong men, **Nhà máy Bia Phú Bài** đã điều chỉnh quy trình xả men (chỉ xả 1 lần sau khi nhận dịch, 1 lần sau 2 ngày đạt  $-1^{\circ}\text{C}$  và 1 lần trước khi lọc 2 ngày). Bên cạnh đó cách thức xả men cũng được thay đổi so với cách làm truyền thống. Sau khi xả phần men đặc để đưa bia đi lọc, phần bia lẫn men được đưa vào tank thứ cấp của hệ thống lọc. Khi bia trong sẽ được chuyển đến tank đệm trước bằng tay rồi lọc. Việc thay đổi này giúp nhà máy cắt giảm hao phí khu vực lên men từ 3.07% xuống 1.83%.

### Áp dụng lắp thiết bị ly tâm men

**Một nhà máy bia ở châu Âu** có công suất 100 triệu lít/năm. Để giảm lượng men thải vào hệ thống nước thải và giảm lượng bia hao phí họ đã tính toán như sau:

Lắp đặt thêm thiết bị	2 tank 50 hl chứa men sau ly tâm
	1 máy ly tâm 20 hl/giờ
	2 tank 50 hl chứa bia thu hồi
	Đường ống, bơm, hệ thống CIP
Vốn đầu tư:	500.000-700.000 USD
Chi phí vận hành	20.000 USD/năm
Thời gian khấu hao thiết bị	15 năm
Tiết kiệm được	20.000 hl bia hay 10 USD/hl bia
Thời gian thu hồi vốn	3-4 năm

### 3.2.3 Giảm tiêu hao bột trợ lọc

Bia sau khi lên men cần được tách men trước khi chuyển sang khâu hoàn thiện. Việc tách men có thể thực hiện qua thiết bị lọc (với bột trợ lọc), hoặc dùng các giải pháp khác rẻ tiền hơn, dễ thực hiện hơn như sử dụng các chất trợ lắng trong quá trình nấu và lên men giúp nắm men lắng tốt hơn.

Có thể giảm tiêu hao bột trợ lọc trong quá trình lọc bia bằng cách giảm mật độ nắm men và độ trong của bia trước khi lọc. Có thể cải thiện được bằng biện pháp công nghệ trong quá trình nấu, tạo môi trường phù hợp với chủng nắm men; tuyển chọn chủng giống nắm men, tối ưu hóa quá trình nhân giống, bảo quản nắm men và tiếp giống; tối ưu hóa quá trình lên men (thiết bị, thời gian lên men, tàng trữ) để nắm men có thể lắng tự nhiên.

Trong một số nhà máy bia sử dụng chủng nắm men có đặc tính lắng không cao có thể sử dụng các chất làm trong dịch đường trước khi lên men, các chất trợ lắng trong quá trình lên men để giảm mật độ nắm men trước khi lọc.

Để giảm bột trợ lọc hơn nữa người ta đầu tư máy ly tâm, có thể tách được 98-99% nắm men trong bia. Khi lắp đặt máy ly tâm có những ưu điểm sau:

- Giảm lượng bột trợ lọc trong quá trình lọc bia
- Kéo dài thời gian vận hành máy lọc

- Giảm tiêu thụ nước cho việc sục rửa máy lọc
- Thu hồi thêm nấm men thừa

### 3.2.4 Giảm thiểu lượng bia dư

Bia dư là bia còn sót lại trong các tank. Lượng bia dư cần được giảm thiểu bằng cách thay đổi quy trình, đặc biệt các thao tác liên quan đến việc tháo rỗng tank. Người vận hành cần xác định chắc chắn rằng bia đã hết trước khi vệ sinh tank. Qua việc quản lý nội vi và hệ thống quan trắc hiệu quả thì chỉ còn một lượng bia dư rất nhỏ nhất còn trong tank khi không thể lấy ra được thêm. BOD của bia là 80.000mg/l phụ thuộc vào nồng độ và hàm lượng còn của bia. Nếu bia dư bị thải vào hệ thống nước thải thì không chỉ làm tăng BOD mà một lượng sản phẩm có giá trị đã bị mất.

Ngoài bia dư, việc giảm hao bia có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh lượng oxi cung cấp vào dịch để tránh trào dịch, hay điều chỉnh cách thức và lượng nước đuổi dịch, dịch đuổi nước trong quá trình chuyển bia.

### 3.2.5 Áp dụng hệ thống làm lạnh tầng

Có nhiều công nghệ để nâng cao hiệu quả hệ thống máy lạnh trong nhà máy bia. Công ty Mycom (Nhật Bản) đã nghiên cứu và ứng dụng thành công công nghệ máy lạnh tầng. Thông thường để lạnh nhanh dịch đường người ta làm lạnh nước 28-30°C về 2°C bằng 1 máy lạnh. Việc chạy lạnh đó cho hệ số hữu ích của động cơ là 4,87. Công nghệ mới của Mycom là chia việc làm lạnh nước thành 3 công đoạn với 3 máy có công suất nhỏ hơn. Mỗi máy chạy trong khoảng nhiệt độ gần nhau (30°C xuống 18 °C; 18 °C xuống 10 °C; 10 °C xuống 2 °C). Do vậy hiệu suất của máy lạnh tăng lên 8,06; năng lượng giảm 60%; công suất máy giảm 70%, nghĩa là chỉ cần lắp máy lạnh có công suất nhỏ hơn rất nhiều.

### 3.2.6 Áp dụng công nghệ lên men nồng độ cao

Lên men truyền thống bắt đầu từ dịch đường có nồng độ 10-12%. Các nghiên cứu và ứng dụng đã đưa ra công nghệ lên men nồng độ cao hơn đến 16% (có nhiều nghiên cứu tiến hành ở nồng độ đến 22% nhưng việc ứng dụng chưa rộng rãi). Kết quả thực tế ở nhiều nước, ở Việt Nam có Tổng công ty Bia rượu nước giải khát Sài Gòn, Công ty Bia Việt Nam, Nhà máy bia Hà Tây đã áp dụng cho thấy có thể nâng công suất nhà máy lên 10-15%, giảm điện năng, năng lượng 15-18% trong khi có thể linh hoạt sản xuất nhiều loại bia có các nồng độ ban đầu khác nhau.

### 3.2.7 Ứng dụng enzym

Các công nghệ sử dụng enzyme nhằm để rút ngắn thời gian sản xuất, tăng hiệu suất

Việc sử dụng các loại enzyme trong quá trình nấu như enzyme dịch hóa, đường hóa, cho phép rút ngắn thời gian nấu từ 30-45 phút mỗi mẻ, giảm điện,

hơi nước, tăng công suất;

Enzyme trong lên men như sử dụng enzyme Maturex giúp làm giảm hàm lượng diacetyl trong bia lên men phụ, cho phép rút ngắn thời gian lên men phụ từ 3-5 ngày mà vẫn đảm bảo chất lượng; và các chất trợ lắng giúp làm giảm thời gian lên men, giảm tiêu hao lạnh, điện.

### 3.3 Các cơ hội SXSH liên quan đến khu vực chiết chai

#### 3.3.1 Tiết kiệm nước trong rửa chai, kết

Trong hệ thống chiết chai máy rửa chai tiêu tốn nhiều nước nhất và do vậy cũng thải ra một lượng nước thải rất lớn. Có thể giảm tiêu hao nước bằng cách kết hợp các phương pháp khác nhau trong các vùng khác nhau của máy rửa chai. pH của nước rửa được kiểm soát để tiết kiệm hóa chất và nước tráng. Do vậy tiết kiệm được năng lượng và giảm chi phí cho xử lý nước thải. Các máy rửa chai mới cho phép giảm tới hơn 50% nước rửa chai (từ mức 530 ml/chai xuống 264 ml/chai)

Máy rửa chai sử dụng nước và xút để làm sạch. Mức tiêu thụ nước của máy rửa chai chủ yếu phụ thuộc vào cấu tạo của máy. Các máy thế hệ mới có mức tiêu thụ nước (0,5 hl/hl vỏ chai) và năng lượng thấp hơn so với các máy cũ (3-4 hl/hl vỏ chai). Các cải thiện về tiết kiệm nước bao gồm:

- Lắp các van tự động để ngừng cấp nước khi dây chuyền không hoạt động
- Lắp các vòi phun cao áp
- Tái sử dụng dòng nước tráng chai ở 2 hàng cuối vào việc rửa chai các hàng đầu.
- Tận dụng nước thải từ hệ thống rửa chai để rửa kết.
- Tiết kiệm xút trong rửa chai

##### **Lắp đặt role**

Khi mất điện, van xả đáy của máy thanh trùng tự động xả nước. Công ty Sadabeco lắp đặt thêm role trung gian tại van xả để hạn chế thất thoát nước nóng khi mất điện. Ước tính giải pháp này có thời gian hoàn vốn ngay lập tức.

#### 3.3.2 Thu hồi xút trong rửa chai

Xút trong quá trình rửa chai có thể thu hồi và tái sử dụng. Cần lắp đặt tank lắng xút ra từ hệ thống rửa chai, đặc biệt trong những ngày dừng hoạt động của máy rửa chai. Xút được bơm vào tank lắng, tất cả các chất cặn sẽ được tách ra khỏi xút và có thể tái sử dụng.

Công ty Sadabeco nhận thấy có 2% lượng xút dùng để vệ sinh máy rửa chai được thải ra hệ thống xử lý nước thải. Đây là nguyên liệu có thể sử dụng cho hệ thống xử lý khí thải của công ty, đồng thời giảm độ sốc của hệ thống xử lý nước thải. Công ty đã đầu tư 97 triệu đồng cho việc lắp đặt hệ bơm, đường ống và bồn chứa trung gian. Xút thu hồi được bơm bổ sung vào hệ thống xử lý khí thải, giảm lượng xút hiện đang sử dụng. Thời gian hoàn vốn của phương pháp này là 8.5 tháng.

Có thể giảm được 75% xút dùng cho rửa chai nhờ thu hồi và tái sử dụng.

### 3.3.3 Thiết bị thanh trùng kiểu tụy nen

Trong máy thanh trùng, bia và chai được hâm nóng lên dần dần lên đến 60°C sau đó làm nguội về 30-35°C. Nếu bia được làm nguội bằng nước sạch thì mức tiêu thụ nước của nhà máy sẽ rất lớn. Nếu tận thu nước làm mát, tuần hoàn và tái sử dụng qua tháp giải nhiệt có thể tiết kiệm được 80% nước trong hệ thống thanh trùng.

#### Áp dụng lắp tháp giải nhiệt trong hệ thống thanh trùng

Một nhà máy bia ở châu Á có công suất 50 triệu lít/năm làm nguội bia chai thanh trùng bằng nước trong hệ thống hở. Để tiết kiệm nước họ đã lắp hệ thống làm nguội khép kín với tháp giải nhiệt. Kết quả là:

Giảm lượng nước tiêu thụ mỗi năm	50.000 m <sup>3</sup>
Đầu tư	45.000 USD
Thời gian thu hồi vốn	1 năm

### 3.3.4 Một số cơ hội SXSH đơn giản khác

- Đảm bảo chất lượng chai tốt để giảm lượng chai vỡ khi đã đóng bia
- Kiểm soát quá trình soi chai (kiểm soát đủ độ sáng) để tránh trường hợp nạp bia vào chai nứt, kém chất lượng.
- Sử dụng các ghế ngồi có thiết kế thích hợp để người vận hành có khả năng kiểm soát độ sạch của chai tốt nhất.
- Điều chỉnh tốc độ của băng tải phù hợp với tốc độ của máy chiết chai

Bằng các biện pháp quản lý nêu trên, kết hợp với đào tạo, kiểm tra, **nhà máy Bia Phú Bài** đã cắt giảm được tỷ lệ hao hụt vỏ chai 28% (từ 0.7% xuống 0.5%)

## 3.4 Các cơ hội SXSH liên quan đến bộ phận phụ trợ

### 3.4.1 Thu hồi nước làm mát từ quá trình lạnh nhanh

Thất thoát 1m<sup>3</sup> nước nóng 85°C tương đương mất 8,7 kg dầu.

Sử dụng nước nóng hiệu quả là một trong những vấn đề mấu chốt của tiết kiệm năng lượng. Nước làm mát dịch đường trong quá trình lạnh nhanh (từ 100°C về 10°C) có thể đạt 85°C (với các thiết bị trao đổi nhiệt tốt) cần được tuần hoàn và tái sử dụng để tận dụng nước và nhiệt. Sử dụng tank có bảo ôn để trữ trước khi sử dụng. Nước này có thể sử dụng lại ở những khu vực có nhu cầu như làm nước nấu, nước cấp nồi hơi, hệ thống vệ sinh CIP, rửa chai và thanh trùng. Thùng chứa nước nóng cần tính toán cân đối với quy mô thu hồi để cho không có thừa nước nóng thải vào hệ thống nước thải.

#### Ví dụ về tối ưu hóa hệ thống nước nóng

Một nhà máy bia ở châu Âu có công suất 100 triệu lít/năm có hệ thống làm lạnh dịch đường kiểu cũ. Sau khi trao đổi nhiệt trong quá trình lạnh nhanh, nhiệt độ nước được làm nóng lên đến 60°C và dùng vào hệ thống nấu. Lượng nước dư thừa sẽ bị thải vào hệ thống nước thải

Một hệ thống lạnh nhanh mới được lắp đặt, có khả năng làm nóng nước đến 85°C. Tank chứa nước nóng lớn hơn được lắp đặt. Nước 85°C được dùng để nấu, vệ sinh, rửa chai. Kết quả như sau:

Lượng dầu giảm mỗi năm	340 tấn
Lượng nước giảm mỗi năm	40.000 m <sup>3</sup>
Đầu tư	120.000 USD
Thời gian thu hồi vốn	3 năm

### 3.4.2 Thu hồi nước ngưng

Nước ngưng từ các nồi nấu là nước tinh khiết, có chứa nhiệt năng. Các thực hành phổ biến cho thấy nước ngưng được dùng để làm nước cấp cho nồi hơi. Nếu đầu tư các đường ống và các tank chứa nước ngưng để tái sử dụng sẽ có thời gian thu hồi vốn rất ngắn

### 3.4.3 Kiểm soát hiệu suất đốt của lò hơi

Để đảm bảo cho việc cháy hoàn toàn nhiên liệu người ta cần cấp khí dư cho quá trình cháy của nồi hơi. Tuy nhiên nếu để lượng khí dư quá lớn sẽ tổn thất nhiệt qua khói lò, là phần tổn thất lớn nhất tại nồi hơi. Lượng khí dư lý thích hợp đối với dầu FO là 1.2, than 1.2-1.6, với nhiệt độ khói lò dưới 200°C.

Do đó để đảm bảo hiệu suất cháy cao và giảm thiểu lượng nhiệt tổn thất qua khói lò cần kiểm soát và duy trì tỉ lệ khí: nhiên liệu tối ưu. Tỷ lệ này nên được xác định hiệu chỉnh định kỳ theo nhiên liệu thông qua việc xác định thành phần khói lò (khí dư, nhiệt độ).

### 3.4.4 Bảo ôn

Bảo ôn các bề mặt nóng và lạnh là giải pháp đơn giản và dễ làm nhất, đồng thời mang lại hiệu quả cao trong tiết kiệm năng lượng. Các bề mặt này gồm thân nồi hơi, nồi nấu, các đường cấp hơi nóng, hơi lạnh, các tank lên men và chứa bia thành phẩm...

Bảo ôn 1 mét dài đường ống hơi Ø 89 mm sử dụng trong 6.000 giờ/năm sẽ giúp tiết kiệm được 450 kg dầu/năm (tương đương 18.000 MJ/năm đủ năng lượng cho sản xuất 120 hl bia.

### 3.4.5 Tiết kiệm nước và hóa chất vệ sinh

**Lắp đặt hệ thống vệ sinh trong thiết bị (CIP):** tiết kiệm nước, hóa chất, có khả năng tận thu tái sử dụng hóa chất tẩy rửa và nước, đảm bảo yêu cầu vệ sinh cao của dây chuyền; có khả năng sử dụng các hóa chất hiệu quả cao, thân thiện môi trường.

**Sử dụng hệ thống vòi phun cao áp:** đảm bảo tiêu chuẩn vệ sinh an toàn thực phẩm, tiêu tốn ít nước, chỉ sử dụng khi cần thiết, tránh chảy nước lãng



phí; sử dụng vòi phun định lượng cao áp cho vệ sinh các thiết bị vận tải, két chứa chai

**Sử dụng các hóa chất đặc hiệu:** dùng axit cho việc vệ sinh các tank lên men thay vì sử dụng xút, sử dụng các chất hỗ trợ vệ sinh trong rửa chai để tăng độ sạch của chai, giảm lượng nước.

Ví dụ về tổn thất nước khi có rò rỉ (áp lực nước 4,5 bar)		
Kích thước lỗ (mm)	m <sup>3</sup> /ngày	m <sup>3</sup> /năm
0,5	0,39	140
1	1,20	430
2	3,70	1.300
4	18,0	6.400
6	47	17.000

### 3.4.6 Tiết kiệm điện

Một nhà máy sản xuất bia hiệu quả chỉ có mức tiêu thụ điện 29kW/hl bia. Phần lớn điện năng trong nhà máy bia được sử dụng để chạy các mô tơ. Có 3 giải pháp phổ biến để giảm bớt tiêu thụ điện năng là:

- Lắp đặt các mô tơ thế hệ mới có hiệu quả cao
- Lắp đặt các biến tần để có thể kiểm soát tốt hơn tốc độ dòng và áp suất của mô tơ.
- Hạn chế động cơ chạy không tải

**Công ty Cổ phần Bia Kim Bài (Hà Tây)** có công suất 30 triệu lít/năm. Để đảm bảo lạnh cho sản xuất công ty sử dụng 4 máy lạnh mỗi máy có công suất 90 KW. Năm 2007 công ty đã lắp thêm biến tần cho các động cơ máy lạnh và đầu tư hệ thống điều khiển tự động cho hệ thống máy lạnh.

Số vốn đầu tư ban đầu là 1,4 tỷ VNĐ. Qua thời gian vận hành cho thấy các máy giảm được 10-12% điện năng. Thời gian thu hồi vốn ước tính 4 năm

### 3.4.7 Duy trì bảo trì

Việc bảo trì hệ thống có ý nghĩa lớn trong việc duy trì mức tiêu hao điện, nước thấp. Việc bảo trì tốt còn có tác dụng làm cho hiệu quả dây chuyền tăng lên do giảm số lần và thời gian bị dừng sản xuất do sự cố. Thời gian hoàn vốn của việc bảo trì thường rất ngắn có khi chỉ vài tuần

Sự rò rỉ chỉ gây ra tiếng xì nhỏ, không nhìn rõ hơi thoát ra từ các van hơi có thể dẫn đến làm mất 1kg hơi/giờ, tương ứng với tiêu thụ 700 kg dầu mỗi năm hay năng lượng này đủ cho sản xuất 200 hl bia với mức tiêu hao thấp.

Rò rỉ ở mức nhìn rõ hơi thoát ra ở các mặt bích có thể dẫn đến làm mất 3-5 kg hơi/giờ, tương đương 2.100-3.500 kg dầu/năm, đủ năng lượng để sản xuất 580-1000 hl bia ở mức tiêu hao thấp

### 3.4.8 Tránh rò rỉ khí nén

Tác động của rò rỉ khí nén (áp lực khí 6 bar)		tương ứng mức tiêu thụ điện	
Kích thước lỗ (mm)	l/s	kWh/ngày	
MWh/năm			
1	1	6,2	2,6
3	19	74,4	27,0
5	27	199,0	73,0

thường hệ thống có thể mang lại kết quả tiết kiệm khoảng 10%

### 3.4.9 Kiểm soát nhiệt độ bốc hơi của hệ thống máy lạnh

Hệ thống máy lạnh tiêu thụ nhiều điện nhất trong nhà máy bia. Nhiệt độ bốc hơi của máy lạnh chỉ cần thấp theo mức độ cần thiết. Ví dụ để làm lạnh bia xuống  $-2^{\circ}\text{C}$  thì nhiệt độ bốc hơi chỉ cần khoảng  $(-6) - (-8)^{\circ}\text{C}$  là đủ nhưng nhiều nhà máy bia đã thiết kế hệ thống có nhiệt độ bốc hơi thấp hơn ( $< -10^{\circ}\text{C}$ ) sẽ làm hiệu suất máy không cao, tốn nhiều điện. Nếu nhiệt độ bốc hơi tăng lên  $1^{\circ}\text{C}$  thì giảm được tiêu thụ điện năng của máy là 3-4%

Cần vận hành hệ thống máy lạnh sao cho nhiệt độ ngưng tụ thấp nhất có thể, phụ thuộc vào điều kiện khí hậu. Cứ giảm được  $1^{\circ}\text{C}$  cho ngưng tụ thì sẽ giảm được mức tiêu thụ điện năng của máy lạnh đi 1%.

Chọn máy lạnh thế hệ mới tiêu thụ điện năng thấp.

### 3.4.10 Giảm áp máy nén khí

Áp lực của máy nén càng thấp trong giới hạn có thể càng tốt.

Nếu áp của máy nén khí đạt thấp hơn được từ 7-8 bar thì mức tiêu thụ điện của máy nén giảm được 7%.

Để làm mát máy nén cần sử dụng nước tuần hoàn khép kín.

### 3.4.11 Thu hồi nhiệt từ hệ máy nén:

Sử dụng hệ thống trao đổi nhiệt để thu hồi nhiệt từ các máy nén lạnh có thể thu được nước nóng  $50-60^{\circ}\text{C}$

### 3.4.12 Thu hồi dầu FO rơi vãi

Dầu rơi vãi trong quá trình nhập dầu không chỉ làm thất thoát nguyên liệu, mà còn gây ảnh hưởng đến hoạt động của hệ vi sinh vật trong hệ thống xử lý nước thải và gây mất mỹ quan. Để sử dụng lại lượng dầu FO rơi vãi cần phải lắp đặt thêm một máy tách dầu và nước và hệ thống thu gom dầu.

### 3.4.13 Lắp đặt thiết bị làm nóng nước cấp cho nồi hơi

Lắp đặt thiết bị làm nóng nước trước khi vào lò. Thiết bị này sử dụng khói lò để gia nhiệt nước cấp.

Nếu nước cấp tăng được  $6^{\circ}\text{C}$  thì mức tiêu hao nhiên liệu của lò giảm 1%

### 3.4.14 Sử dụng các hóa chất diệt khuẩn thân thiện môi trường

Một số nhà máy bia thường dùng hơi nóng để thanh trùng thiết bị. Giải pháp này tiêu tốn nhiều năng lượng cho việc thanh trùng và làm nguội thiết bị. Hiện nay có nhiều hóa chất thân thiện môi trường chứa ô xy nguyên tử, khi phun vào thiết bị chúng có khả năng diệt khuẩn, sau đó chúng được chuyển hóa về dạng ô xy phân tử, không độc hại cho quá trình lên men và môi trường xung quanh. Các hóa chất chứa ô xy nguyên tử có thể là nước ô zôn, hỗn hợp peracetic và hydrogen peroxide (trong sản phẩm thương mại có tên là SOPUROXID của hãng SOPURA) hoặc các sản phẩm thương mại tương tự của ECOLAB.

### 3.4.15 Kết hợp cung cấp nhiệt và phát điện (CHP):

Hiệu suất về năng lượng của hệ thống có thể đạt đến 90%. Hệ thống cho phép giảm phát thải CO<sub>2</sub> và tiết kiệm ít nhất 10% nhiên liệu so với việc sử dụng riêng rẽ cho mục đích cung cấp nhiệt và điện. Hệ thống làm giảm tiêu hao năng lượng của nhà máy 14%, điện năng 40%, nâng hiệu suất cháy của nhiên liệu lên 2-4%, giảm phát thải NO<sub>x</sub> 14,8% và CO<sub>2</sub> 7,9%

### 3.4.16 Cải thiện hiệu suất hệ thống thu hồi CO<sub>2</sub> :

Hiệu suất thu hồi CO<sub>2</sub> sẽ không cao và tiêu hao nhiều năng lượng điện khi máy nén CO<sub>2</sub> không hiệu quả. Có thể nâng cao hiệu suất máy nén bằng một số cơ hội sau:

- Thay đổi thiết kế bể bọt ở tank lên men để giảm lượng bọt, cặn, xỉ đường cuộn theo CO<sub>2</sub> gây tắc, làm các van trong máy nén khó hoạt động, dễ hỏng.
- Thay đổi vật liệu của lò xo lá, lá van, hình dạng lò xo lá và các chi tiết khác của van hút và van đẩy; điều chỉnh biên độ dao động của lò xo lá.

## 3.5 Tóm tắt các cơ hội thực hiện sản xuất sạch hơn

**Bảng 8. Tóm tắt một số cơ hội sản xuất sạch hơn điển hình**

Khu vực	Cơ hội cải tiến
Nhà nấu	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Sử dụng công nghệ và thiết bị nghiền</li><li>2. Sử dụng công nghệ và thiết bị lọc</li><li>3. Thu hồi dịch nha loãng</li><li>4. Thu hồi hơi từ nồi nấu hoa</li><li>5. Kiểm tra chặt chẽ nguyên liệu đầu vào</li><li>6. Điều chỉnh lượng gió hút bụi tại máy sàng</li></ol>
Khu vực lên men	<ol style="list-style-type: none"><li>7. Thu hồi nấm men</li><li>8. Thu hồi bia tổn thất theo nấm men</li><li>9. Giảm tiêu hao bột trợ lọc</li><li>10. Giảm thiểu lượng bia dư</li><li>11. Áp dụng làm lạnh tầng</li><li>12. Áp dụng lên men nồng độ cao</li><li>13. Ứng dụng enzyme</li></ol>

Khu vực	Cơ hội cải tiến
	14. Giảm lượng nước đuoối dịch/bia và dịch/bia đuoối nước khi nhận dịch 15. Điều chỉnh lượng oxy cung cấp vào dịch tránh trào dịch 16. Thay đổi quy trình xả men 17. Lắp đặt đồng hồ đếm bia
Khu vực chiết chai	18. Tiết kiệm nước rửa chai, két 19. Thu hồi xút rửa chai 20. Sử dụng thiết bị thanh trùng kiểu tuynen 21. Quản lý, hướng dẫn nhập, phân loại vỏ chai
Khu vực phụ trợ	22. Thu hồi nước làm mát từ lạnh nhanh 23. Thu hồi nước ngưng 24. Kiểm soát quá trình đốt lò hơi 25. Bảo ôn 26. Tiết kiệm nước và hóa chất vệ sinh 27. Duy trì bảo trì 28. Tránh rò rỉ khí nén 29. Kiểm soát nhiệt độ bốc hơi của hệ thống máy lạnh 30. Giảm áp máy nén khí 31. Thu hồi nhiệt từ hệ máy nén 32. Thu hồi dầu FO rơi vãi 33. Lắp đặt thiết bị làm nóng nước cấp cho nồi hơi 34. Sử dụng hóa chất diệt khuẩn thân môi trường 35. Kết hợp cấp nhiệt và phát điện (đồng phát) 36. Cải thiện hiệu suất hệ thống thu hồi CO <sub>2</sub>

## 4 Thực hiện sản xuất sạch hơn

Chương này sẽ trình bày từng bước tiến hành đánh giá sản xuất sạch hơn tại doanh nghiệp sản xuất bia với mục tiêu tìm kiếm được đầy đủ nhất các giải pháp sản xuất sạch hơn phù hợp với điều kiện sản xuất. Các biểu mẫu đi kèm có thể được sử dụng để thu thập và xử lý thông tin.

Chất thải chính là nguyên nhiên liệu đầu vào không được đặt đúng chỗ. Việc thực hiện đánh giá sản xuất sạch hơn tuân theo nguyên tắc cơ bản là mọi nguyên nhiên liệu vào quy trình sản xuất, nếu không nằm lại trong sản phẩm sẽ bị thải ra môi trường, dưới dạng này hoặc dạng khác. Việc triển khai đánh giá sản xuất sạch hơn một cách bài bản sẽ hỗ trợ doanh nghiệp tìm được đường đi cũng như dạng chuyển đổi của các loại nguyên liệu đó, để tìm ra các phương pháp giảm thiểu lượng sử dụng một cách hữu hiệu nhất, đồng thời thậm chí có thể tăng được năng suất và chất lượng của sản phẩm, và tiết kiệm chi phí xử lý môi trường. Đó cũng chính là mục tiêu của việc áp dụng sản xuất sạch hơn.

Việc đánh giá sản xuất sạch hơn cần tập trung vào:

- Các chất thải được sinh ra ở **đâu**
- Các chất thải được sinh ra do **nguyên nhân nào**
- Giảm thiểu các chất thải đó **như thế nào**

Việc áp dụng sản xuất sạch hơn yêu cầu thời gian và nỗ lực của các bộ phận trong toàn doanh nghiệp, do đó sự cam kết và hỗ trợ mạnh mẽ của Ban lãnh đạo công ty sẽ là yếu tố quyết định cho thành công của chương trình. Chúng tôi khuyến cáo áp dụng sản xuất sạch hơn lần lượt theo 6 bước hay 16 nhiệm vụ sau đây:

Bước 1: Khởi động

Bước 2: Phân tích các công đoạn

Bước 3: Đưa ra các cơ hội sản xuất sạch hơn

Bước 4: Chọn các giải pháp sản xuất sạch hơn

Bước 5: Thực hiện các giải pháp sản xuất sạch hơn

Bước 6: Duy trì sản xuất sạch hơn

## 4.1 Bước 1: Khởi động

Mục đích của bước này nhằm:

- Xây dựng được nhóm đánh giá sản xuất sạch hơn
- Thu thập số liệu sản xuất làm cơ sở ban đầu
- Tìm kiếm các biện pháp cải tiến đơn giản, hiệu quả có thể thực hiện ngay

Cam kết của lãnh đạo là điều kiện tiên quyết dẫn đến thành công của chương trình. Việc cam kết này có thể đạt được nếu như nhóm tư vấn /triển khai có thể ước tính được giá trị bằng tiền của các chất thải đang mất ra môi trường và tiềm năng giảm được các tổn thất đó.

### 4.1.1 Nhiệm vụ 1: Thành lập nhóm đánh giá SXSH

Việc thành lập nhóm đánh giá SXSH là rất cần thiết khi triển khai chương trình đánh giá SXSH. Các thành viên của nhóm là cán bộ của doanh nghiệp, có thể hỗ trợ triển khai khi có chuyên gia bên ngoài hoặc trực tiếp thực hiện nếu qua đào tạo. Quy mô của nhóm sẽ phụ thuộc vào quy mô của doanh nghiệp. Với doanh nghiệp lớn, nhóm đánh giá SXSH nên bao gồm Đại diện Ban Lãnh đạo và quản đốc/trưởng phòng của từng phòng ban và nhóm triển khai phụ được thành lập tùy theo thời điểm. Với doanh nghiệp nhỏ hơn, nhóm có thể chỉ gồm đại diện lãnh đạo và quản đốc phụ trách các công việc sản xuất bia hàng ngày. Các thành viên trong nhóm phải được phép hợp định kỳ, trao đổi cởi mở, có tính sáng tạo, được phép xem xét, đánh giá lại quy trình công nghệ và quản lý hiện tại cũng như đủ năng lực áp dụng triển khai các ý tưởng sản xuất sạch hơn khả thi.

Trong nhà máy sản xuất bia nhóm đánh giá sản xuất sạch hơn bao gồm các cán bộ thuộc ban lãnh đạo, kế toán, nhân sự và các bộ phận sản xuất như xay nghiền nguyên liệu, nấu, lên men, thành phẩm, phụ trợ, điện. Việc mời thêm cán bộ phụ trách tài chính, cán bộ tư vấn ngoài công ty cũng nên được

xem xét để các ý kiến đưa ra khách quan. Nhóm đánh giá sản xuất sạch hơn sẽ bắt đầu quá trình đánh giá bằng việc thu thập các thông tin sản xuất cơ bản của doanh nghiệp để cùng phân tích với các thành viên trong nhóm. Việc thu thập thông tin có thể sử dụng Phiếu công tác số 1.

<b>Phiếu công tác số 1. Các thông tin cơ bản</b>								
<b>Tên và địa chỉ doanh nghiệp</b>						<b>Số ngày làm việc trong năm:</b>		
<b>Nhóm SXSH</b>								
<b>Tên</b>		<b>Chức vụ - bộ phận</b>			<b>Nhiệm vụ nhóm</b>			
1								
2								
3								
4								
5								
<b>Thông tin sản xuất cơ bản của doanh nghiệp</b>								
<b>Sản phẩm chính</b>		<b>CS thiết kế (1000 l/năm)</b>		<b>Sản lượng (1000 l/năm)</b>				
Bia hơi								
Bia keg								
Bia chai 330ml								
Bia chai B 450ml								
<b>Nguyên liệu sử dụng</b>								
<b>Nguyên liệu chính</b>	Malt	<b>Tấn/năm</b>		<b>Hoá chất</b>	Xút	<b>Tấn/năm</b>		
	Gạo				Axit			
	Đường							
	Houblon							
	Bột lọc							
	Chai							
	Nhãn							
Nút								
<b>Nước và năng lượng</b>	Nước cấp	<b>Lượng</b>		<b>Thiết bị và phụ trợ</b>	Nồi hơi dầu 1	<b>Công suất</b>		
	Nước tự khai thác	m <sup>3</sup> /năm			Nồi hơi dầu 2	tấn/giờ		
	Than	m <sup>3</sup> /năm			Nồi hơi than 1	tấn/giờ		
	Dầu FO	tấn/năm			Nồi hơi than 2	tấn/giờ		
	Dầu DO	lit/năm			Máy phát điện	KVA		
	Điện lưới	lit/năm			Máy nén khí	Kwh		
	Điện tự sinh	Kwh/năm			Máy lạnh	Kwh		

Sau đây là ví dụ được trích từ báo cáo đánh giá sản xuất sạch hơn tại Công ty

Cổ phần Bia Hà Nội - Bia Hồng Hà, là doanh nghiệp sản xuất bia đầu tiên thực hiện đánh giá sản xuất sạch hơn trong khuôn khổ hợp phần sản xuất sạch hơn trong công nghiệp của Bộ Công thương.

<b>Phiếu công tác số 1. Các thông tin cơ bản</b>					
Tên và địa chỉ doanh nghiệp Công ty Cổ phần Bia Hà Nội – Hồng Hà			Số ngày làm việc trong năm: N/A		
<b>Nhóm SXSH</b>					
	Tên	Chức vụ - bộ phận	Nhiệm vụ nhóm		
1	Dương Văn Hoan	Phó Giám đốc Công ty	Chỉ đạo chung		
2	Trịnh Vũ Đức	Trưởng phòng KCS	Trưởng ban		
3	Nguyễn Thị Thu Hằng	Phó phòng KT	thành viên		
4	Đào Hải Nam	Cán bộ KCS	thành viên		
5	Lê Quang Hà	Tổ trưởng tổ men	thành viên		
6	Nguyễn Khắc Cường	QĐ phân xưởng	thành viên		
7	Nguyễn Trọng Hiếu	PQĐ phân xưởng	thành viên		
8	Đỗ Hùng Dũng	TT. Tổ xuất hàng	thành viên		
<b>Thông tin sản xuất cơ bản của doanh nghiệp</b>					
Sản phẩm chính	CS thiết kế (l/năm)	Sản lượng 2006 (l/năm)	Sản lượng Q I, 2007 (l/năm)	Sản lượng T3, 2007 (l/năm)	
Bia (hơi, chai)	10.000.000	3.835.000	201.000	193.900	
<b>Nguyên nhiên liệu sử dụng</b>					
		Kg/2006	Kg/QI 2007	Kg/T3 2007	
Nguyên liệu chính	Malt	395.000	19.900	19.200	
	Gạo	220.000	11.100	10.700	
	Đường		450	450	
	Houblon	2.000	116	111	
Nước và năng lượng		Lượng			
			2006	QI 07	T3 07
	Nước	m <sup>3</sup>	46.700	6.300	4.000
	Than	tấn	380	40,3	22,7
Điện	Mwh	634.900	50.300	24.700	

Nhận xét:

- Nhóm sản xuất sạch hơn đã được thành lập với đại diện của tất cả các phòng ban, và có sự tham gia của Ban lãnh đạo (Phó Giám đốc). Số lượng thành viên dường như quá lớn so với sản lượng. Có thể thành lập nhóm ở quy mô nhỏ hơn và huy động các thành phần khi có hoạt động liên quan đến bộ phận đó để tránh việc vắng mặt các thành viên khi thảo luận/họp bàn về sản xuất sạch hơn. Việc để Phó Giám đốc Công ty trực tiếp điều hành hoạt động nhóm (tham gia sâu hơn) có thể sẽ có tác động mạnh mẽ hơn.
- Số liệu được thu thập theo năm, theo quý, theo tháng trong trường hợp này là đặc biệt cần thiết do có sự biến động lớn về sản lượng (3.8 triệu lít/năm trong năm 2006 nhưng kế hoạch 2007 là 6 triệu lít/năm). Thành phần và lượng nguyên nhiên liệu sử dụng trên một đơn vị sản phẩm cũng thay đổi đáng kể. Trong trường hợp này, nên sử dụng số liệu nền trước khi triển khai chương trình bằng số liệu trung bình của năm 2006 và quý 1 năm 2007.
- Nên tách sản lượng bia hơi và bia chai. Các số liệu về hóa chất, nguyên liệu phụ, năng lượng chưa được chú trọng nên không so sánh được các thông số này với các doanh nghiệp khác cũng như làm cơ sở đo mức độ cải tiến.

Việc tiến hành đánh giá sản xuất sạch hơn cần yêu cầu có thông tin nền, dựa trên một số tài liệu, hồ sơ. Nếu không có đầy đủ thông tin thì cần xử lý, tính toán hoặc thống nhất xây dựng. Bảng kiểm tra trong phiếu công tác 2 sẽ giúp cho nhóm xem xét về tính sẵn có của thông tin.

<b>Phiếu công tác số 2. Tính sẵn có của thông tin</b>			
Thông tin	Có/không	Nguồn, tiếp cận	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			
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: <ul style="list-style-type: none"><li>- 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</li><li>- Chất lượng sản phẩm</li></ul>			



Nhận xét: Rất nhiều doanh nghiệp không có đủ thông tin trên, và các thành viên trong nhóm sẽ làm nhiệm vụ thảo luận cách thức thu thập những thông tin này (đo đạc trực tiếp, ước tính, đặt đồng hồ đo). Chỉ có các tài liệu phản ánh hiện trạng sản xuất thực mới có giá trị trong đánh giá này. Chỉ khi có các số liệu này, so sánh với mức tiêu thụ trong chương 2, nhóm chuyên gia/ thực hiện mới có khả năng ước tính tiềm năng tiết kiệm của doanh nghiệp thông qua chương trình sản xuất sạch hơn, qua đó có được sự cam kết một cách chắc chắn của Ban Lãnh đạo doanh nghiệp.

#### **Sử dụng định mức tiêu thụ để xem xét hiện trạng và hiệu quả của chương trình**

Định mức tiêu thụ hay mốc chuẩn là công cụ đo lường nguyên nhiên liệu tiêu thụ và phát thải thực tế trên một đơn vị sản phẩm. Các thông số thường dùng là mức tiêu dùng nước, mức tiêu dùng điện, than/dầu, hóa chất..., tải lượng ô nhiễm COD, BOD, SS... trên một đơn vị sản phẩm như 1 hl bia hoặc 1000 lít bia. Hiệu suất thu hồi dịch nấu, hiệu suất thu hồi sản phẩm, chất lượng sản phẩm... cũng là những chỉ số mốc chuẩn tham khảo trong đánh giá sản xuất sạch hơn. Các mốc chuẩn không chỉ được xây dựng cho toàn nhà máy, mà cần xây dựng cho từng công đoạn, bộ phận. Việc có được thông tin đầy đủ liên quan đến mức độ tiêu thụ và phát thải đóng góp phần quan trọng trong thành công của đánh giá sản xuất sạch hơn. Chúng tôi khuyến cáo các nhà máy xác định các mốc chuẩn quan trọng và lắp đặt các thiết bị đo đạc trước khi triển khai sâu chương trình. Bảng 1 có thể được sử dụng để nhận diện khả năng cạnh tranh của doanh nghiệp so với các doanh nghiệp khác ở Việt nam và trên thế giới.

### **4.1.2 Nhiệm vụ 2: Phân tích các công đoạn và xác định lãng phí**

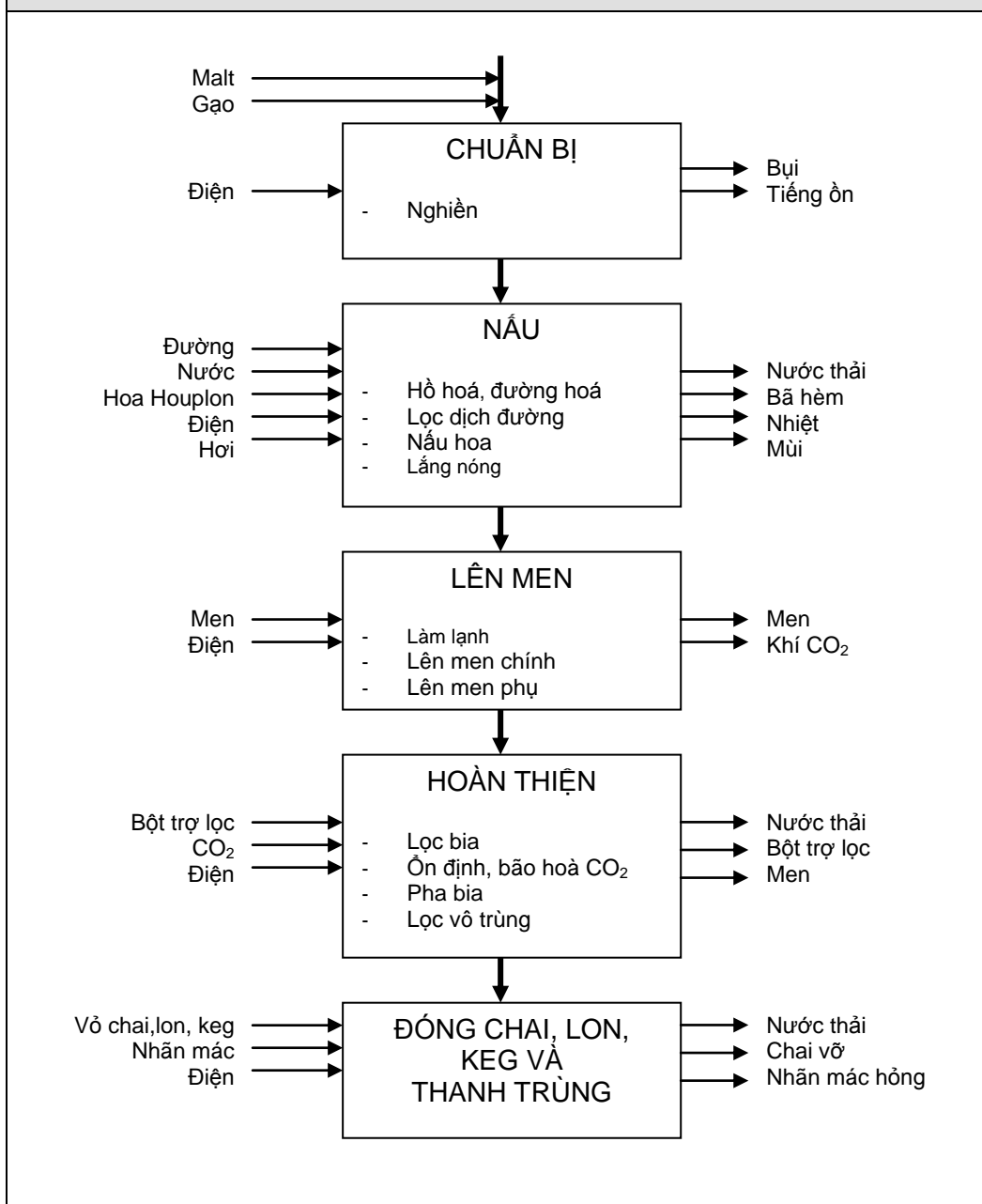
Khi đã có đầy đủ thông tin cơ bản về doanh nghiệp, nhóm đánh giá SXSH nên tiến hành thống nhất quy trình sản xuất hiện tại bằng cách liệt kê lại các công đoạn sản xuất chính, cụ thể là nấu, lên men và hoàn thiện và chiết chai/keg. Tại nhiệm vụ này, nhóm cần đi khảo sát lại thông tin cũng như tìm ra các cơ hội cải tiến dễ thấy, dễ làm để làm điểm khởi đầu cho đánh giá. Đây là cơ hội để rà soát lại quy trình sản xuất, thống nhất đường đi của nguyên liệu, xem xét lại các tổn thất.

Việc khảo sát được tiến hành bằng cách đi tham quan các phân xưởng sản xuất theo quy trình công nghệ, từ khâu nghiền, đến hết đóng chai/keg, tham quan các phân xưởng phụ trợ như khu nồi hơi. Việc tham quan này cần mang ý nghĩa tích cực, không phải là cơ hội để nhóm đánh giá soi xét, phê bình. Các ý kiến đưa ra từ việc tham quan nên mang tính xây dựng, gợi mở thực hiện. Trong quá trình tham quan, nhóm cần ghi lại được các thông tin chính sau:

- Đầu vào, đầu ra của mỗi công đoạn. Khu vực chính và hiện nhiên sinh ra chất thải cần được đánh dấu trên sơ đồ. Ký hiệu mỗi dòng thải theo trạng thái vật lý của chúng (rắn, lỏng, khí) sẽ có lợi trong giai đoạn định lượng chất thải. Một sơ đồ khối tương tự như phiếu công tác số 3 được xây dựng và có thể được điều chỉnh cho phù hợp với tình hình sản xuất thực tế của nhà máy.

- Các quan sát về lãng phí nguyên nhiên liệu tại mỗi công đoạn (phiếu công tác 4). Đây là các quan sát ban đầu, nhóm sẽ tiếp tục khai thác các cơ hội cải tiến. Đối với các doanh nghiệp sản xuất bia, việc quản lý nội vi kém là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến tổn thất nguyên nhiên liệu. Đừng nhìn hoạt động sản xuất như những điều hiển nhiên, mà xem xét từ góc độ có thể thay đổi như thế nào cho có lợi. Điều này giúp dễ dàng định ra nhiều phương án và thực hiện ở trong giai đoạn sớm.
- Chi phí cho nguyên nhiên liệu cơ bản (phiếu công tác 5) ghi lại giá nguyên nhiên liệu sử dụng để làm cơ sở tính toán tiếp theo.

**Phiếu công tác số 3. Công đoạn sản xuất với các dòng nguyên nhiên liệu và phát thải**



Lưu ý các dòng đầu vào và đầu ra được liệt kê cho tất cả các công đoạn phụ của quy trình sản xuất. Phát thải gián tiếp như phát thải khí nhà kính do sử dụng điện sẽ không liệt kê ở đây mà được tính vào kết quả chung cuối cùng.

Rất nhiều giải pháp sản xuất sạch hơn được đề xuất ngay từ bước này mà chưa cần sử dụng các kỹ thuật phân tích tiếp theo. Đây là các giải pháp hiện thị rõ ràng mà chưa được lưu tâm khi vận hành. Việc mời các chuyên gia bên ngoài tham gia tham quan khảo sát ở bước này là đặc biệt có hiệu quả.

<b>Phiếu công tác số 4. Hiện trạng quản lý nội vi</b>	
Khu vực	Quan sát
Kho nguyên liệu & chuẩn bị	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bố trí kho</li> <li>- Bề mặt sàn</li> <li>- Kích thước hạt sau nghiền</li> <li>- Bụi nguyên liệu</li> </ul>
Khu nhà nấu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Các van hơi</li> <li>- Sử dụng nước</li> <li>- Đồng hồ đo áp lực, nhiệt độ nồi nấu</li> <li>- Thu hồi nước ngưng</li> <li>- Nơi và cách thức đặt nguyên liệu</li> <li>- Bảo ôn</li> </ul>
Khu vực lên men	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Đường ống mềm</li> <li>- Hóa chất tẩy rửa</li> <li>- Men thải</li> <li>- Sử dụng nước</li> <li>- Bảo ôn</li> </ul>
Khu vực chiết	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nhiệt sử dụng để thanh trùng</li> <li>- Sử dụng nước thanh trùng, vệ sinh</li> <li>- Sử dụng hóa chất rửa chai</li> <li>- Tốc độ chiết chai</li> <li>- Bia mát mát</li> </ul>
Khu vực phụ trợ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Các giàn tản nhiệt</li> <li>- Kích cỡ than</li> <li>- Thành phần than trong xỉ</li> <li>- Nước cấp cho nồi hơi</li> <li>- Thu hồi nhiệt từ khói lò của nồi hơi</li> <li>- Kho nhiên liệu</li> <li>- Kho vật tư, hóa chất</li> <li>- Tập kết phế thải</li> <li>- Khu vực máy lạnh</li> <li>- Khu vực nồi hơi, máy nén,</li> <li>- Khu vực xử lý nước</li> </ul>

Quản lý nội vi kém là nguyên nhân sinh ra lãng phí ở nhà máy sản xuất bia. Điều đó thường bị bỏ qua và là phần đơn giản nhất, hấp dẫn nhất để bắt đầu các bước tiếp cận SXSH. Trong khi tiến hành nghiên cứu, nhóm SXSH nên chú ý đặc biệt tới các ảnh hưởng do quá trình quản lý mặt bằng sản xuất kém. Tiếp cận đánh giá SXSH ở nhà máy của nhóm SXSH là bắt đầu bằng việc thăm phân xưởng sản xuất kiểu như vậy. Hơn nữa, rất nhiều phương án SXSH đã được xác định là những phương án có thể thực hiện trong thời gian ngắn, chi phí thấp chỉ cần những thay đổi nhỏ về thiết bị hoặc cải thiện về duy trì bảo dưỡng. Việc áp dụng những biện pháp này đã chứng minh là một khởi đầu tốt cho các cố gắng SXSH của nhà máy, khuyến khích nhà quản lý cũng như các cán bộ cố gắng hơn nữa khi tiến hành đánh giá SXSH.

<b>Phiếu công tác số 5. Chi phí nguyên liệu đầu vào</b>					
Bộ phận/ nguyên liệu	Đơn vị	Đơn giá, đ/đơn vị	Lượng sử dụng, đơn vị/năm	Lượng sử dụng, đơn vị/1000 lít bia	Chi phí đ/1000 lít bia
Chuẩn bị nguyên liệu Malt Gạo Đường Hoa Houblon Nước Điện					
Lên men và hoàn thiện Nước Điện Men Bột trợ lọc CO <sub>2</sub>					
Chiết chai, chiết keg Vỏ chai Vỏ lon Vỏ keg Nhãn Hộp Điện					
Nồi hơi Than Nước					
Hệ thống làm lạnh Điện Chất tải lạnh					
Hệ thống cấp nước Điện					
Hệ thống vệ sinh Nước Axit Xút					

Lưu ý bảng trên chỉ bao gồm chi phí cho nguyên liệu chính. Đây là cơ sở dùng để đo đặc hiệu qua chương trình, đồng thời cũng phần nào chỉ ra tỷ lệ tương quan giữa các loại nguyên liệu. Bức tranh chi phí sản xuất tổng thể còn được bổ sung bởi chi phí nhân sự, năng lượng và vận hành hệ thống xử lý môi trường.

## 4.2 Bước 2: Phân tích các công đoạn sản xuất

Mục đích của bước này nhằm thu được sự thống nhất chung của nhóm về:

- Quy trình sản xuất, các thông số kiểm soát
- Xác định các tổn thất quan trọng trong dây chuyền sản xuất và chi phí tương ứng
- Xác định đầy đủ các nguyên nhân sinh ra tổn thất đó

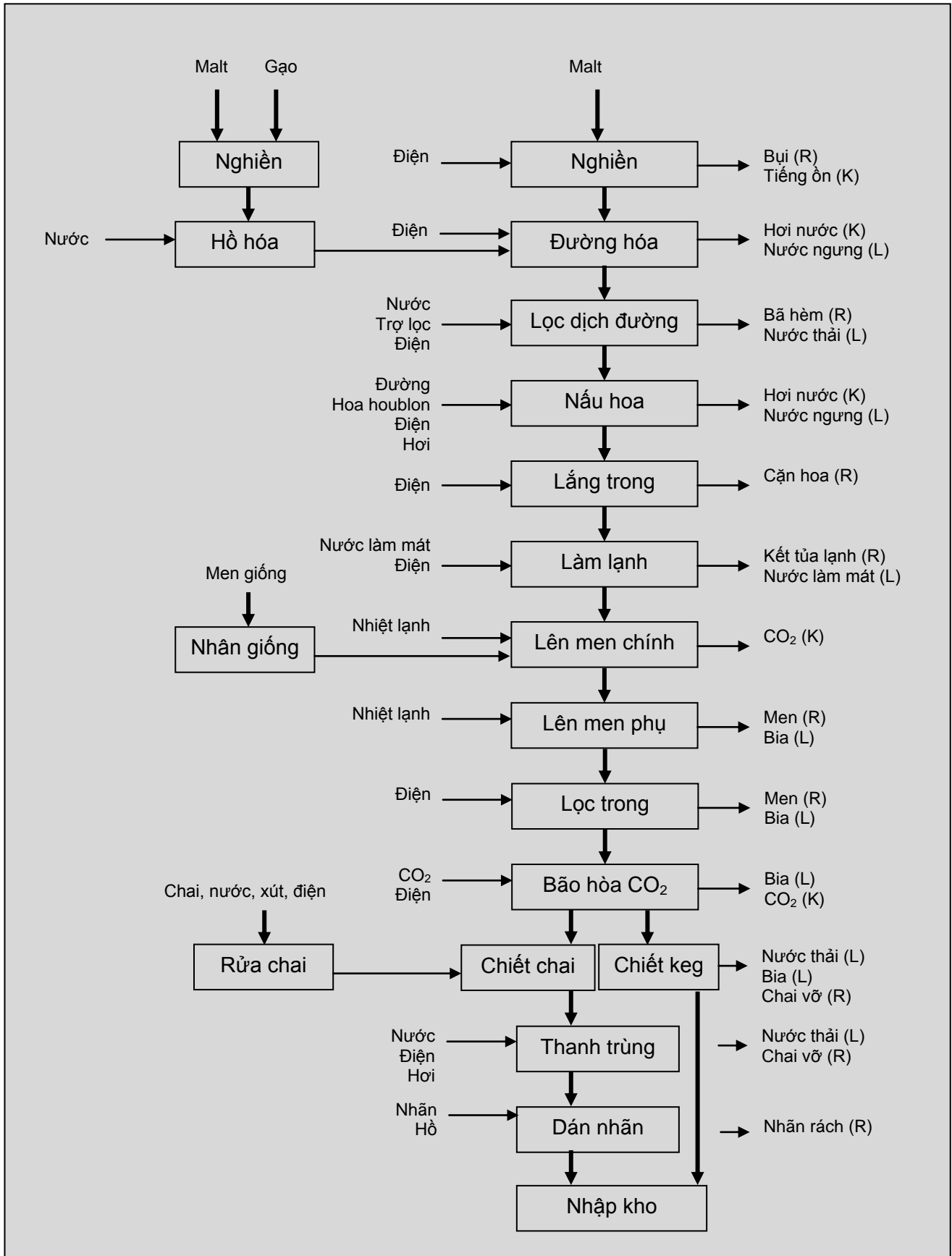
### 4.2.1 Nhiệm vụ 3: Chuẩn bị sơ đồ dây chuyền sản xuất

Việc chuẩn bị sơ đồ dây chuyền sản xuất, hay sơ đồ công nghệ, là một bước quan trọng trong phân tích đánh giá SXSH. Sơ đồ khối của dây chuyền sản xuất bao gồm các hình khối hộp mang tên công đoạn sản xuất (theo bản chất quy trình, không theo tên thiết bị) với các dòng đầu vào, đầu ra, chất thải và phát thải. Điều kiện sản xuất của công đoạn nào được ghi kèm trong hộp công đoạn sản xuất của công đoạn đó. Mọi nguyên liệu sử dụng đều nên có trong sơ đồ này vì nguyên liệu đó sẽ hoặc nằm lại trong sản phẩm hoặc ra theo chất thải. Các nguyên liệu ít khi dùng cũng cần được nêu rõ. Có thể phải tiến hành tham quan khảo sát nơi sản xuất một vài lần trước khi thống nhất được dây chuyền sản xuất nhóm dùng để sử dụng cho đánh giá sản xuất sạch hơn.

Với quy mô sản xuất lớn hoặc triển khai sản xuất sạch hơn mang tính thí điểm, dây chuyền sản xuất chi tiết sẽ được xây dựng cho khu vực được chọn để triển khai. Đây phải là khu vực gây ô nhiễm lớn nhất. Các doanh nghiệp sản xuất bia có dây chuyền sản xuất đơn giản, quy mô không lớn nên việc áp dụng sản xuất sạch hơn thường được tiến hành triển khai trên toàn bộ dây chuyền.

Lưu ý sơ đồ công nghệ tốt nhất cần đạt được các điểm sau:

- Công đoạn sản xuất được mô tả bằng hộp chữ nhật ở giữa, bao gồm tên quy trình và điều kiện vận hành
- Liệt kê đầy đủ các dòng đầu vào, đầu ra. Dòng đầu vào ghi bên phải, đầu ra ghi bên trái của hộp mô tả công đoạn đó. Với các dòng liên tục có thể dùng nét liền, dòng gián đoạn có thể dùng nét đứt. Nguyên liệu chính ban đầu (malt, gạo) có thể được đưa vào từ phía trên của sơ đồ hoặc bên trái như các dòng nguyên liệu khác
- Bao gồm các dòng tuần hoàn nguyên liệu



Trên đây là ví dụ về sơ đồ công nghệ điển hình tại Việt nam. Sơ đồ này chưa xét đến các dòng tuần hoàn trong dây chuyền và vệ sinh thiết bị, nhà xưởng, cũng như các thông tin công nghệ trong mỗi công đoạn. Việc liệt kê đầy đủ dòng thải ở nhiệm vụ này sẽ hỗ trợ cho nhiệm vụ cân bằng vật liệu cũng như xác định chi phí dòng thải ở nhiệm vụ tiếp sau.

#### 4.2.2 Nhiệm vụ 4: Cân bằng vật liệu

Cân bằng vật liệu thực chất là công cụ thống kê ghi lại một cách định lượng nguyên liệu sử dụng tại mỗi công đoạn sản xuất. Cân bằng vật liệu tốt đóng vai trò quan trọng trong đánh giá SXSH vì nhờ đó có thể định lượng các mất mát hoặc phát tán chưa biết. Cân bằng vật liệu tốt còn hỗ trợ việc đánh giá lợi ích – chi phí của giải pháp sản xuất sạch hơn. Nguyên tắc cơ bản của cân bằng vật liệu là nguyên liệu đi vào dây chuyền sẽ phải ra khỏi dây chuyền sản xuất ở một điểm nào đó, dưới một hình thức nào đó.

Cân bằng vật liệu có thể được làm dưới một trong hai hình thức sau:

- Cân bằng tổng thể: dùng cho tất cả các dòng nguyên liệu vào dây chuyền sản xuất. Cân bằng được tiến hành qua từng công đoạn với sự biến đổi của tất cả các thành phần tham gia vào dây chuyền sản xuất
- Cân bằng cấu tử: chỉ dùng cho một loại nguyên liệu hoặc cấu tử có giá trị. Theo dõi biến đổi của cấu tử này trên mỗi công đoạn

Đối với quá trình sản xuất bia, là công nghệ sử dụng ít nguyên liệu, cân bằng tổng thể là phổ biến hơn.

Nên sử dụng Phiếu Công tác số 6 để ghi lại cân bằng vật liệu. Có hai cách ghi thể hiện cân bằng vật liệu: theo bảng hoặc theo sơ đồ công nghệ. Khi sử dụng sơ đồ công nghệ để ghi lại cân bằng vật liệu cần ghi rõ thành phần, nồng độ của từng loại nguyên liệu vào, ra. Cân bằng vật liệu có thể dựa trên đo đạc, ghi chép của một ngày, một tháng hoặc một năm sản xuất.

<b>Phiếu công tác số 6. Cân bằng vật liệu</b>							
Cơ sở tính: chọn một cơ sở là 1 ngày/ 1 tháng/ 1 năm							
Công đoạn	Vật liệu đầu vào		Vật liệu đầu ra		Dòng thải		
	Tên	Số lượng	Tên	Số lượng	Lỏng	Rắn	Khí
Nghiền	Malt	$x_1$ kg	Bột malt	$x_2$ kg		$x_3$ kg	
	Gạo	$x_4$ kg	Bột gạo	$x_5$ kg		$x_6$ kg	
Hòa hóa	Nước		Dịch cháo				Hơi nước
	Bột malt						
	Bột gạo						
Đường hóa	Dịch cháo		Dịch đường hóa				Hơi nước
	Nước						
	Bột malt						
Lọc dịch đường	Nước		Dịch đường			Bã (Phụ phẩm)	
	Dịch hèm						

<b>Phiếu công tác số 6. Cân bằng vật liệu</b>							
Cơ sở tính: chọn một cơ sở là 1 ngày/ 1 tháng/ 1 năm							
Công đoạn	Vật liệu đầu vào		Vật liệu đầu ra		Dòng thải		
	Tên	Số lượng	Tên	Số lượng	Lỏng	Rắn	Khí
Nấu hoa	Đường		Dịch đường				Hơi nước
	Hoa						
	Dịch đường						
Lắng, nóng	Dịch đường		Dịch đường			Cặn hoa	
Lạnh nhanh	Dịch đường		Dịch đường			Kết tủa lạnh, đuối dịch đường ống	
Lên men chính	Men giống		Bia non				CO <sub>2</sub>
	Dịch đường						
Lên men phụ, tách men	Bia non		Bia trước lọc		Men+bia		
Lọc trong bia	Bia trước lọc						
	Bột trợ lọc		Bia sau lọc		Men+đuối bia đường ống	Bột lọc thải	
Bảo hòa CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>		Bia thành phẩm		Bia		CO <sub>2</sub>
	Bia sau lọc						
Chiết chai	Bia thành phẩm		Bia chai trong		Bia	Chai vỡ	
	Chai, nút, nhãn						
Thanh trùng	Bia chai trong		Bia sau TT		Bia	Chai vỡ	
Dán nhãn, nhập kho	Bia chai sau TT		Bia chai thành phẩm		Bia	Chai vỡ, nhãn hỏng	
	Nhãn						

**Lưu ý:**

Cân bằng vật liệu tốt đối với đánh giá sản xuất sạch hơn là cân bằng có số liệu tin cậy về tổn thất nguyên nhiên liệu đi theo dòng thải. Căn cứ trên số liệu cân bằng và kiểm chứng trong phần đặc trưng dòng thải ta sẽ có số liệu về chi phí mất theo dòng thải.

Không có cân bằng nào là hoàn thiện cả. Khi ghép số liệu của từng công đoạn và số liệu tổng thể của cả dây chuyền sẽ xuất hiện sai số do tính chính xác của số liệu, do tổng của nhiều dòng thải nhỏ chưa được kể đến như bay hơi, rơi vãi.... Mục đích của cân bằng vật liệu là tìm ra các dòng thải lãng phí lớn nhất để tập trung giảm thiểu.

Số liệu dùng trong cân bằng vật liệu có thể được thu thập từ: sổ sách ghi chép hoặc đo đạc trực tiếp. Các số liệu sử dụng cần quy đổi về cùng một đơn vị sản phẩm. Riêng đối với bột phải quy đổi ở dạng khô tuyệt đối tránh độ ẩm nguyên liệu thô là khác nhau

Số liệu dòng thải trong cân bằng vật liệu lý tưởng nhất là có kèm thêm thông số về nguyên liệu hoặc dạng biến đổi mới của nguyên liệu bị mất theo dòng thải để tiện cho việc xác định chi phí dòng thải ở bước tiếp theo.

Mỗi dòng thải nên được đánh số (ví dụ L1, L2, L3 cho dòng thải lỏng, K cho khí và R cho rắn) để tiện cho việc xác định chi phí cũng như phân tích nguyên nhân tiếp theo.



### 4.2.3 Nhiệm vụ 5: Xác định chi phí của dòng thải

Mỗi dòng thải ra môi trường đều mang theo nguyên liệu đầu vào, đồng thời có thể cần chi phí xử lý trước khi được phép thải vào môi trường. Việc xác định chi phí dòng thải bao gồm xác định được tổng hai chi phí này.

Việc xác định tổn thất nguyên vật liệu, bán thành phẩm, sản phẩm có trong dòng thải dựa vào thông tin thu được từ cân bằng vật liệu (phiếu công tác số 6) và chi phí nguyên liệu (phiếu công tác số 5). Với công nghệ đơn giản là sản xuất bia, nguyên liệu bị mất theo dòng nước thải chủ yếu là nước (trong nước thải), malt, gạo (dạng bụi), hóa chất tẩy rửa (theo nước thải) và nhãn mác hỏng.

Để biết được ảnh hưởng kinh tế của một dòng thải cần xác định các chi phí cho dòng thải như quy những mất mát do chất thải thành tiền. Nếu nhìn đơn giản một dòng thải thì không thể định lượng được chi phí của nó trừ khi mất mát các nguyên liệu thô và sản phẩm trực tiếp. Nếu phân tích sâu dòng thải có thể chỉ ra chi phí trực tiếp hoặc gián tiếp của các thành phần kết hợp trong dòng thải

Chi phí xử lý môi trường chỉ được xác định khi có bổ sung kết quả phân tích thông số môi trường của các dòng thải riêng biệt. Lượng thải được xác định trong cân bằng vật liệu (phiếu công tác số 6).

Phiếu công tác số 7 tóm tắt các dòng thải được xác định từ cân bằng vật liệu đối với mỗi công đoạn.

**Điền phiếu công tác số 7:** Tên dòng thải là các dòng đã được xác định trong sơ đồ công nghệ (ví dụ bụi, nước thải, bã hèm...). Để mô tả thành phần, dạng và lượng trong dòng thải cần xác định từ cân bằng vật liệu. Ví dụ dòng thải bụi từ khâu nghiền bao gồm vụn malt ở dạng cám, lượng xx kg/đơn vị và bụi đất được xác định trong cân bằng vật liệu (mè, ngày, năm...). Hiển nhiên, để có các con số này trong phiếu công tác số 6, cần phải đo đạc hoặc tính toán.

Các phiếu công tác số 7(A-C) có thể được sử dụng để thu thập thông tin về đặc tính môi trường của dòng thải.

<b>Phiếu công tác số 7. Đặc tính dòng thải</b>				
Cơ sở tính: chọn một cơ sở là 1 ngày/ 1 tháng/ 1 năm				
<b>Công đoạn</b>	<b>Tên dòng thải</b>	<b>Thành phần</b>	<b>Dạng</b>	<b>Lượng</b>
Nghiền				
Hồ hóa				
Đường hóa				

**Phiếu công tác số 7. Đặc tính dòng thải**

Cơ sở tính: chọn một cơ sở là 1 ngày/ 1 tháng/ 1 năm

Công đoạn	Tên dòng thải	Thành phần	Dạng	Lượng
Lọc dịch đường				
Nấu hoa				
Lắng, nóng				
Lạnh nhanh				
Lên men chính				
Lên men phụ, tách men				
Lọc trong bia				
Bão hòa CO <sub>2</sub>				
Chiết chai				
Thanh trùng				
Dán nhãn, nhập kho				

Ví dụ: Nước thải từ lọc dịch đường là một dòng thải, không chỉ đơn thuần có thành phần là nước mà có các thành phần có giá trị khác như dịch đường mất theo, bã hèm. Lượng của các thành phần này được xác định trong cân bằng vật liệu.

<b>Phiếu công tác số 7A. Đặc tính dòng thải lỏng</b>						
Công đoạn	Lượng thải, m <sup>3</sup> /ngày	BOD, kg/ngày	COD, kg/ngày	TSS, kg/ngày	TS, kg/ngày	Nhiệt độ, °C
Nấu						
Lên men						
Lọc						
Chiết chai						

<b>Phiếu công tác số 7B: Đặc trưng khí thải</b>						
Nguồn	Chất rắn lơ lửng kg/ngày	SO <sub>2</sub> kg/ngày	NO <sub>x</sub> kg/ngày	CO <sub>2</sub> kg/ngày	NH <sub>3</sub> kg/ngày	Nhiệt độ
Lò hơi						
Khu vực lên men						
Khu vực máy lạnh						

<b>Phiếu công tác số 7C: Đặc trưng chất thải rắn</b>			
Nguồn	Nguy hiểm		Không nguy hiểm
	Loại	Lượng (kg/ngày)	Lượng (kg/ngày)
Khu vực nghiền			
Khu vực nấu			
Khu vực lên men			
Khu vực lọc bia			
Khu vực chiết chai			
Khu vực kho			
Khu vực lò hơi			

Phiếu công tác số 8 tổng hợp chi phí dòng thải. Chi phí dòng thải được tính bằng tổng chi phí nguyên liệu mất mát (định rõ trong phiếu công tác số 7) và chi phí xử lý dòng thải đó (Phiếu công tác số 7 A-7C).

**Phiếu công tác số 8. Chi phí dòng thải**

Cơ sở tính: chọn một cơ sở là 1 ngày/ 1 tháng/ 1 năm

Công đoạn	Malt, gạo		Nước		Hóa chất		Xử lý môi trường		TỔNG
	Lượng	Tiền	Lượng	Tiền	Lượng	Tiền	Lượng	Tiền	
Nghiền									
Hồ hóa									
Đường hóa									
Lọc dịch đường									
Nấu hoa									
Lắng, nóng									
Lạnh nhanh									
Lên men chính									
Lên men phụ, tách men									
Lọc trong bia									
Bão hòa CO <sub>2</sub>									
Chiết chai									
Thanh trùng									
Dán nhãn, nhập kho									

Ví dụ: Để xác định chi phí của dòng thải từ lọc dịch đường, cần xác định chi phí do nguyên liệu ban đầu mất đi theo dòng thải (phần không chuyển xuống công đoạn tiếp theo) – dù ở dưới dạng này hay dạng khác cộng chi phí xử lý dòng thải đó. Bã hèm chính là malt và gạo không được chuyển vào dịch đường nên đơn giá của thành phần này vẫn được tính như đơn giá mua malt, gạo. Việc áp dụng đơn giá theo nguyên tắc này sẽ là công bằng đối với tất cả các công đoạn.

*Lưu ý:*

- Chi phí dòng thải xác định ở trên chưa tính đến chi phí năng lượng. Cần làm cân bằng năng lượng hoặc cân bằng tổn thất năng lượng để xác định chi phí đầy đủ của toàn nhà máy.
- Việc xác định chi phí dòng thải nhằm chỉ ra tương quan tổn thất giữa các dòng thải để tập trung tìm kiếm giải pháp, đồng thời cho thấy tiềm năng đầu tư để thực hiện sản xuất sạch hơn. Ví dụ khi xác định được tổng chi phí của dòng thải lỏng trong lên men là 1 triệu đồng/ngày, với 300 ngày làm việc/năm, công ty có thể sẵn sàng đầu tư giải pháp 300 triệu đồng để có thể giảm dòng thải này xuống còn một nửa. Thời gian hoàn vốn gián đơn cho giải pháp đó, nếu khả thi về mặt kỹ thuật, sẽ chỉ là 1 năm. Các giải pháp sản xuất sạch hơn không còn chỉ đơn thuần là các giải pháp không tốn hoặc tốn chi phí thấp. Tuy nhiên các giải pháp sản xuất sạch hơn vẫn là những giải pháp có thời gian hoàn vốn ngắn.

#### **4.2.4 Nhiệm vụ 6: Xác định các nguyên nhân của dòng thải**

Có nhiều cách để thực hiện nhiệm vụ này một cách có hệ thống thông qua việc rà soát các phạm vi liên quan đến dòng thải một cách hệ thống. Điều cần chú ý là luôn chỉ ghi lại nguyên nhân như thực tế vận hành hiện tại từ quan sát, đo đạc mà không mang tính chỉ trích hoặc phê bình.

Nguyên nhân của dòng thải được xác định một cách có hệ thống và đầy đủ nhất khi sử dụng phương pháp thảo luận nhóm và biểu đồ Ishikawa (hay còn gọi là biểu đồ xương cá). Biểu đồ Ishikawa là một trong bảy loại biểu đồ kiểm soát chất lượng, được coi là công cụ phổ biến nhất để thực hiện phân tích nhân-quả. Để xây dựng biểu đồ này cần dùng phương pháp xem xét 4M1E, bao gồm con người (man), phương pháp thực hiện (method), nguyên liệu (material), máy móc (machine) và môi trường (environment).

Cũng có thể xác định nguyên nhân dòng thải dựa trên các câu hỏi cơ bản sau: bản chất của công đoạn đó là gì (vậy dòng thải sinh ra có phải để đáp ứng mục đích của công đoạn đó không) tại sao sinh ra nhiều như thế (có phải do ảnh hưởng của công đoạn trước hay do công đoạn này dùng lãng phí) và có thể làm gì được với dòng thải này (có thực hiện tuần hoàn tái sử dụng được không)

Dù thực hiện theo cách này hay cách khác, cần tiến hành phân tích nguyên nhân cho mỗi dòng thải theo cùng một hệ thống, và truy đến tận nguyên nhân cuối cùng bằng cách đặt câu hỏi “tại sao”.

*Lưu ý cách rà soát nguyên nhân đầy đủ nhất là theo dòng thải đã được đánh số ở phiếu công tác 9. Mỗi một dòng thải sẽ có thể có một hoặc một vài nguyên nhân tương ứng. Các nguyên nhân này cũng sẽ được đánh số thứ tự theo số thứ tự của dòng thải. Trong một số trường hợp cần đánh giá nhanh, nguyên nhân được xác định theo nguyên liệu tiêu thụ chính (như điện, nước... tiêu thụ cao). Không khuyến cáo xác định nguyên nhân theo công đoạn mà không bám theo dòng thải vì sẽ không đảm bảo xem xét hết được các nguyên nhân tiềm năng. Việc đưa ra các nguyên nhân càng chi tiết thì các giải pháp được đề xuất càng phong phú.*

Phiếu công tác số 9 có thể được dùng để ghi lại các nguyên nhân của dòng thải.

<b>Phiếu công tác số 9. Phân tích nguyên nhân dòng thải</b>				
Dòng thải số	Công đoạn	Nguyên nhân	Chủ quan	Khách quan
1		1.1.		
2		2.1		

<i>Ví dụ về Phân tích nguyên nhân dòng thải tại Công ty Cổ phần Bia Hà nội – Hồng hà</i>				
<i>Dòng thải số</i>	<i>Công đoạn</i>	<i>Nguyên nhân</i>	<i>Chủ quan</i>	<i>Khách quan</i>
<i>1-Tổn thất bột gạo và malt</i>	<i>Bảo quản</i>	<i>1.1. Chuột và các loại côn trùng ăn</i>		
<i>2- Bụi gạo và malt</i>	<i>Nghiền</i>	<i>2.1. Chưa có hệ thống hút lọc bụi</i>		
<i>3. Dịch đường theo cặn hoa trong</i>	<i>Lắng trong</i>	<i>3.1. Dịch đường bị lắng lẫn vào cặn hoa do công nghệ</i>		
<i>4. Mất bia</i>	<i>Lên men phụ</i>	<i>4.1. Bia lẫn vào men sữa khi rút men dưới đáy thùng</i>		
<i>5. Mất bia</i>	<i>Lọc trong</i>	<i>5.1. Bia lẫn vào nước khi đuổi nước vào đầu chu trình và đuổi bia vào cuối chu trình 5.2. Bia mất khi xử lý máy lọc khi máy bí</i>		
<i>6. Mất bia</i>	<i>Bão hòa CO<sub>2</sub></i>	<i>6.1. Quá áp làm trào bia theo đường xả áp</i>		
<i>7. Mất bia</i>	<i>Chiết bom</i>	<i>7.1. Chiết bia thủ công nên không đảm bảo cân bằng áp suất 7.2. Kỹ năng và thao tác của công nhân khi chiết bom 7.3. Nắp bom bị xì hở 7.4. Thể tích bom lớn hơn danh nghĩa</i>		

Nhận xét:

- Bảng trên chỉ liệt kê dòng thải chính mà bỏ qua rất nhiều dòng thải ít có giá trị hơn
- Phần lớn các nguyên nhân đưa ra mang tính quan sát, không mang tính chỉ trích. Nên có thêm số liệu cụ thể ví dụ như 7.4. thể tích bom lớn hơn danh nghĩa – vậy lớn hơn đến mức nào
- Mức độ phân tích nguyên nhân có thể khai thác thêm ở nhiều góc độ bằng cách đặt câu hỏi tại sao. Ví dụ khi có nguyên nhân 1.1. Chuột và côn trùng ăn, có thể khai thác tiếp tại sao chúng ăn? Có phải do con người, do vật liệu, do nhà xưởng, cách thức lưu kho hay do thời tiết (4M1E). Với nguyên nhân chuột ăn, chưa thể xác định được do chủ quan hay khách quan.

### 4.3 Bước 3: Đề ra các giải pháp SXSH

Mục đích của bước này nhằm thu được đóng góp ý kiến về:

- Các cơ hội sản xuất sạch hơn
- Phân loại sơ bộ các cơ hội theo khả năng thực hiện
- Triển khai các cơ hội có thể làm ngay

#### 4.3.1 Nhiệm vụ 7: Đề xuất các cơ hội SXSH

Các cơ hội SXSH không nhất thiết phải là giải pháp SXSH. Việc xác định đầy đủ nguyên nhân gốc rễ sinh ra các dòng thải (phiếu công tác số 9) cùng với việc xác định chi phí dòng thải (phiếu công tác số 8) là cơ sở để đề xuất các cơ hội SXSH.

Cần có thảo luận nhóm SXSH ở nhiệm vụ này. Cũng có thể mời thêm các chuyên gia bên ngoài để tham gia ý kiến. Đó có thể là các chuyên gia về tinh bột hoặc về sản xuất sạch hơn. Tại nhiệm vụ này, cần tiếp nhận tất cả các ý tưởng đề xuất và coi đó là cơ hội sản xuất sạch hơn mà chưa xét đến tính khả thi của chúng.

Phiếu công tác số 10 ghi lại các cơ hội do nhóm đề xuất. Với mỗi nguyên nhân được xác định ở phiếu công tác số 9 có thể không có, có một hoặc nhiều cơ hội. Các cơ hội đó nên được tiếp tục đánh số theo số của nguyên nhân/ dòng thải tương ứng.

Phiếu công tác số 10. Các cơ hội SXSH								
Công đoạn	Cơ hội	QLNV	NL	QT	TB	CN	TH	SP
Nghiền	1.1.1							
	1.1.2							
	TỔNG							

*Ghi chú: QLNv: Quản lý nội vi, NL: thay đổi nguyên liệu, QT: Cải tiến quá trình, TB: cải tiến thiết bị, CN: thay đổi công nghệ, TH: tuần hoàn, tái sử dụng, SP: cải tiến sản phẩm*

Ví dụ về cơ hội sản xuất sạch hơn của Công ty Cổ phần bia Hà nội-Hồng Hà			
TT	Dòng thải/vấn đề	Nguyên nhân	Giải pháp SXSH
1	Bột gạo và malt mất trong khâu bảo quản	1.1. Chuột và côn trùng ăn	1.1.1. Gia cố kho chống chuột 1.1.2. Sử dụng các biện pháp diệt chuột 1.1.3. Đầu tư si lô
2	Bột gạo và malt mất trong khâu nghiền	2.1. Chưa có hệ thống hút lọc bụi	2.1.1. Lắp hệ thống hút, lọc bụi, thu hồi bột
3	Dịch đường mất trong khâu lắng nóng	3.1. Dịch đường bị xả bỏ theo cặn nóng vào nước thải	3.1.1. Giảm lượng dịch mất bằng cách tăng cường khả năng lắng của dịch bằng cách sử dụng chất trợ lắng 3.1.2. Thu hồi dịch cặn đưa về nồi lọc 3.1.3. Đầu tư máy ly tâm dịch lắng nóng
4	Mất bia trong dịch lên men	4.1. Bia lẫn vào men sữa khi rút, xả men ở đáy tank	4.1.1. Tăng cường khả năng kết lắng của nấm men khi kết thúc lên men: chọn chủng giống ; lựa chọn quy trình công nghệ tối ưu 4.1.2. Đầu tư hệ thống rút men đẳng áp 4.1.3. Ly tâm men sau khi rút
5	Mất bia trong khâu lọc	5.1. Bia lẫn vào nước khi đuổi nước ở đầu chu trình và đuổi bia ở cuối chu trình	5.1.1. Sử dụng bình trung gian chứa bia lẫn nước để phối trong suốt quá trình lọc 5.1.2. Áp dụng công nghệ lên men nồng độ cao để tăng việc sử dụng nước lẫn bia trong quá trình lọc
		5.2. Mất bia do khâu tháo rửa máy mỗi lần máy bí	5.2.1. Tăng cường khả năng lọc của dịch bia bằng các giải pháp công nghệ: lựa chọn chủng giống, sử dụng chất trợ lắng trong quá trình lên men; cấp đủ lạnh cho bia trước khi lọc 5.2.2. Đầu tư thiết bị lọc phù hợp
6	Mất bia trong khâu bão hòa CO <sub>2</sub>	6.1. Do quá áp làm bia trào theo đường xả áp	6.1.1. Đầu tư hệ thống nạp CO <sub>2</sub> trên đường ống 6.1.2. Thu hồi và tái sử dụng bia trào
7	Mất bia trong khâu chiết bom	7.1 CO <sub>2</sub> trong bia quá nhiều, nhiệt độ cao	7.1.1. Kiểm soát nồng độ CO <sub>2</sub> và nhiệt độ của bia trước khi bão hòa CO <sub>2</sub>
		7.2. Thiết bị chiết chưa đảm bảo	7.2.1. Cải tạo hoặc đầu tư thiết bị chiết
<p>Nhận xét: Việc phân tích nguyên nhân càng sâu thì khả năng thu được càng nhiều ý tưởng về cơ hội sản xuất sạch hơn. Nhiệm vụ xác định chi phí dòng thải ở trên cho thấy tương quan giữa các dòng thải để tập trung phân tích vào dòng thải có chi phí lớn.</p> <p>Lưu ý: trong các báo cáo đánh giá sản xuất sạch hơn, phần nguyên nhân và cơ hội SXSH thường được trình bày trong cùng một bảng. Phần phân loại các cơ hội cũng như khả năng thực hiện được trình bày trong bảng khác. Nội dung của phương pháp luận là như nhau, chỉ khác biệt ở cách trình bày.</p>			

### 4.3.2 Nhiệm vụ 8: Lựa chọn các cơ hội có thể thực hiện được

Ngay sau khi có danh mục các cơ hội SXSH, nhóm sản xuất sạch sẽ phân loại sơ bộ các cơ hội đó theo hạng mục có thể thực hiện ngay, cần nghiên cứu tiếp hoặc loại bỏ. Chỉ cần thực hiện nghiên cứu khả thi với nhóm cơ hội



cần nghiên cứu tiếp. Với các cơ hội bị loại, cần nêu lý do. Phiếu công tác số 11 ghi lại kết quả của việc phân loại này.

<b>Phiếu công tác số 11. Sàng lọc các cơ hội SXSH</b>			
Cơ hội	Thực hiện ngay	Nghiên cứu tiếp	Loại bỏ
1.1.1			
1.1.2			
TỔNG			

<b>Ví dụ về sàng lọc các cơ hội sản xuất sạch hơn của Công ty Cổ phần bia Hà nội-Hồng Hà</b>						
TT	Các giải pháp	Thực hiện ngay GD 1	Thực hiện GD 2	Cần phân tích thêm	Bị loại bỏ	Lý do
1.1.1.	Bịt các lỗ hở chống chuột	X				
1.1.2.	Các biện pháp diệt chuột	X				
1.1.3.	Đầu tư si lô		X			
2.1.1.	Lắp hệ thống hút bụi thu hồi bột gạo, malt	X				

Lưu ý : cần bám theo số thứ tự của các cơ hội đã được xây dựng để theo dõi trong suốt quá trình triển khai.

#### 4.4 Bước 4: Chọn lựa các giải pháp SXSH

Mục đích của bước này nhằm xếp thứ tự ưu tiên thực hiện các giải pháp SXSH dựa trên:

- Tính khả thi về mặt kỹ thuật
- Tính khả thi về kinh tế
- Tính tích cực về môi trường

Các giải pháp SXSH không chỉ đơn thuần là khả thi về mặt kỹ thuật, kinh tế, mà còn cần mang lại lợi ích về mặt môi trường.

##### 4.4.1 Nhiệm vụ 9: Phân tích tính khả thi về kỹ thuật

Phân tích khả thi kỹ thuật của giải pháp SXSH là kiểm tra ảnh hưởng của giải pháp đó đối đến quá trình sản xuất, sản phẩm, năng suất, an toàn... Trong trường hợp việc thực hiện giải pháp có thể gây ảnh hưởng đáng kể tới sản xuất, thì cần kiểm tra và chạy thử ở quy mô phòng thí nghiệm để xác minh. Các hạng mục kiểm tra, đánh giá kỹ thuật điển hình được đưa ra trong phiếu công tác số 12.

Các giải pháp được xác định là khả thi về kỹ thuật sẽ được xem xét ở nhiệm vụ tiếp theo (phân tích tính khả thi về kinh tế). Các giải pháp được xác định là không khả thi về kỹ thuật do thiếu công nghệ, thiết bị, diện tích... cần được ghi lại để tiếp tục nghiên cứu.

<b>Phiếu công tác số 12. Phân tích khả thi về kỹ thuật</b>			
Tên giải pháp		Mô tả giải pháp	
<b>Kết luận:</b> Í Khả thi Í Cần kiểm tra thêm Í Loại			
<b>1. Yêu cầu kỹ thuật</b>			
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			
<b>2. Tác động kỹ thuật</b>			
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			
<i>Lưu ý: Mỗi phiếu công tác sử dụng để phân tích cho một giải pháp.</i>			

#### 4.4.2 Nhiệm vụ 10: Phân tích tính khả thi về mặt kinh tế

Tính khả thi về mặt kinh tế là một thông số quan trọng đối với người quản lý để quyết định chấp nhận hay loại bỏ giải pháp SXSH. Phân tích tính khả thi về mặt kinh tế có thể được thực hiện bằng các thông số khác nhau. Đối với đầu tư thấp, thời gian hoàn vốn giản đơn là phương pháp đủ tốt và thường được áp dụng.

Phiếu công tác số 13 dùng để xác định tính khả thi về kinh tế. Phiếu công tác này cũng có thể sửa đổi để cho thích hợp với các khả năng khác nhau.

Không nên loại bỏ ngay các giải pháp SXSH không có tính khả thi về mặt kinh tế vì những giải pháp đó có thể có những ảnh hưởng tích cực tới môi trường, vẫn có thể được triển khai thực hiện.

<b>Phiếu công tác số 13. Phân tích khả thi về kinh tế</b>	
Tên giải pháp	Mô tả giải pháp
<b>Kết luận:</b> <input type="checkbox"/> Khả thi <input type="checkbox"/> Không khả thi	
<b>Đầu tư phân cứng</b> VND	<b>Tiết kiệm</b> 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
<b>TỔNG</b>	<b>TỔNG</b>
<b>Chi phí vận hành năm</b> VND	
Khấu hao	<b>LÃI THUẦN</b> = <b>TIẾT KIỆM – CHI PHÍ VẬN HÀNH</b>  <b>THỜI GIAN HOÀN VỐN</b> = <b>(ĐẦU TƯ/LÃI THUẦN) X 12 THÁNG</b>
Bảo dưỡng	
Nhân sự	
Hơi	
Điện	
Nước	
Hoá chất	
Khác	
<b>TỔNG</b>	
<i>Lưu ý việc điền thông tin cho mỗi giải pháp SXSH vào một phiếu công tác là lý tưởng trước khi tổng hợp danh mục các giải pháp khả thi.</i>	

#### 4.4.3 Nhiệm vụ 11: Đánh giá ảnh hưởng đến môi trường

Các phương án SXSH phải được đánh giá trên phương diện ảnh hưởng của chúng tới môi trường. Trong nhiều trường hợp, ưu điểm về môi trường là hiển nhiên khi giảm hàm lượng chất độc hại hoặc lượng chất thải. Phiếu công tác

số 14 có thể được sử dụng để kiểm tra tác động tích cực về môi trường của một giải pháp.

<b>Phiếu công tác số 14. Phân tích ảnh hưởng đến môi trường</b>			
Tên giải pháp		Mô tả giải pháp	
<b>Kết luận:</b> ÍTích cực ÍTiêu cực ÍKhông đổi			
Môi trường	Thông số	Định tính	Định lượng
Khí	Bụi Khí Khác		
Nước	COD BOD TS TSS Khác		
Rắn	Chất thải rắn Bùn hoá chất Bùn hữu cơ		

*Ngày nay, việc triển khai giải pháp SXSH có tác động tích cực đến môi trường ngày càng được coi trọng, thậm chí có thể được thực hiện ngay cả khi không khả thi về mặt kinh tế.*

#### 4.4.4 Nhiệm vụ 12: Lựa chọn các giải pháp thực hiện

Sau khi tiến hành đánh giá về kỹ thuật, kinh tế và môi trường, bước tiếp theo là lựa chọn các phương án thực hiện. Rõ ràng rằng những phương án hấp dẫn nhất là những phương án có lợi về tài chính và có tính khả thi về kỹ thuật. Tuy nhiên, tùy theo môi trường kinh doanh của doanh nghiệp mà tác động môi trường có ảnh hưởng nhiều hay ít đến quá trình ra quyết định. Phiếu công tác số 15 hỗ trợ việc xem xét thứ tự ưu tiên này.

<b>Phiếu công tác số 15. Lựa chọn các giải pháp SXSH để thực hiện</b>											
Giải pháp	Khả thi kỹ thuật (25)			Khả thi kinh tế (50)			Khả thi môi trường (25)			Tổng điểm	Xếp hạng
	L	M	H	L	M	H	L	M	H		
1.1.1											

Điểm cho ở các mức thấp (L: 0-5), trung bình (M: 6-14), cao (H: 15-20)  
 Trọng số 25 (khả thi kỹ thuật), 50 (khả thi kinh tế), 25 (khả thi môi trường) chỉ là ví dụ

*Hiện tại các doanh nghiệp Việt nam để trọng số 30, 40, 30 cho tính khả thi về kỹ thuật, kinh tế và môi trường*

## 4.5 Bước 5: Thực hiện các giải pháp SXSH

*Mục đích của bước này nhằm cung cấp công cụ lập kế hoạch, triển khai và theo dõi kết quả của việc áp dụng các giải pháp sản xuất sạch hơn đã được xác định*

Các giải pháp đã được lựa chọn cần đưa vào thực hiện. Song song với các giải pháp đã xác định này, có một số các giải pháp có chi phí thấp hoặc không cần chi phí, có thể được thực hiện ngay sau khi được đề xuất (như bịt rò rỉ, khoá van khi không sử dụng...). Với các giải pháp còn lại, cần có một kế hoạch thực hiện một cách có hệ thống.

### 4.5.1 Nhiệm vụ 13: Chuẩn bị thực hiện

Các giải pháp được chọn đã có thể đưa vào thực hiện. Trong số đó có một số giải pháp đặc biệt như có chi phí thấp hoặc không mất chi phí có thể được thực hiện nhanh chóng sau khi chúng được quyết định. Để chuẩn bị thực hiện cần lập phiếu công tác số 16 giúp cho việc thực hiện được khoa học và đánh giá ngay được những lợi ích mà chúng đem lại. Các lợi ích mà giải pháp đem lại được theo dõi duy trì trong suốt quá trình thực hiện và hoàn thành dự án.

Phiếu công tác số 16. Kế hoạch thực hiện				
Giải pháp được chọn	Thời gian thực hiện	Người chịu trách nhiệm	Đánh giá tiến độ	
			Phương pháp	Giai đoạn

Ví dụ về kế hoạch thực hiện tại Công ty Cổ phần Bia Hà nội – Hồng Hà			
Giải pháp	Người chịu trách nhiệm đối với từng giải pháp	Thời gian thực hiện (Dự kiến)	Kế hoạch quan trắc cải thiện (Dự kiến)
1.1.3 Lắp si lô chứa gạo và malt	Nguyễn Khắc Cường	2009	Cuối năm 2009
2.1.1 Lắp đặt hệ thống hút lọc bụi công nghiệp để thu hồi bột gạo và malt	Đông Văn Hoan	2009	Cuối năm 2009

*Nhận xét: Cách thức quan trắc, đánh giá việc thực hiện dự án nên ghi cụ thể hơn (ví dụ quan trắc thông số gì, tần suất như thế nào)*

### 4.5.2 Nhiệm vụ 14: Thực hiện các giải pháp

Các nhiệm vụ phải thực hiện bao gồm chuẩn bị các bản vẽ và bố trí mặt bằng, tận dụng hoặc chế tạo các thiết bị, lắp đặt và bàn giao. Phải đồng thời tuyên

dụng và huấn luyện nhân sự để sẵn sàng sử dụng khi cần. Một tính toán có tốt đến đâu cũng có thể không thành công nếu thiếu những người thợ lành nghề, được huấn luyện một cách đầy đủ.

Phiếu công tác số 17 có thể được sử dụng để ghi lại kết quả trong quá trình triển khai các giải pháp được lựa chọn.

<b>Phiếu công tác số 17. Các giải pháp đã thực hiện</b>					
Giải pháp được chọn	Chi phí thực hiện	Lợi ích kinh tế		Lợi ích môi trường	
		Dự kiến	Thực tế	Dự kiến	Thực tế

#### 4.5.3 Nhiệm vụ 15: Quan trắc và đánh giá các kết quả

Các giải pháp đã được thực hiện cần được giám sát và đánh giá. Các kết quả thu được cần phải sát với những gì đã được dự tính và những phác thảo trong đánh giá kỹ thuật. Nếu như kết quả thực tế không đạt được tốt như dự tính thì nên tìm hiểu nguyên nhân vì sao. Có thể sử dụng phiếu công tác 17 hoặc tổng hợp kết quả thu được trong phiếu công tác 18 khi có nhiều giải pháp không tách biệt được lợi ích thu được.

<b>Phiếu công tác số 18. Kết quả chương trình đánh giá SXSH</b>					
Đầu vào / đơn vị sản phẩm	Đơn vị	Trước SXSH	Sau SXSH	Lợi ích kinh tế	Lợi ích môi trường

<i>Ví dụ về tổng kết chương trình tại Công ty Cổ phần Bia Hà Nội – Hồng Hà</i>					
Nguyên nhiên liệu đầu vào	Lợi ích kỹ thuật cho 1000 lít bia		Lợi ích môi trường		
	Trước SXSH	Sau SXSH			
Gạo	50 kg	46,4 kg	Giảm 7,23% COD , BOD		
Malt	73 kg	67,7 kg			
Nước	12 m <sup>3</sup>	9 m <sup>3</sup>	3m <sup>3</sup> nước sạch/ 1000 lít SP, ~18.000 m <sup>3</sup> nước sạch /năm		
Than	80 kg	64 kg	2.575 kg bụi, 1.648 kg SO <sub>2</sub> , 189,2 tấn CO <sub>2</sub> /năm		
Điện	164 kwh	140 kwh	Giảm phát thải 899.640 kg CO <sub>2</sub> /năm		

*Nhận xét: Cách thức tổng kết này sẽ giúp cho doanh nghiệp có cơ sở theo dõi và so sánh trong những năm sau*

## 4.6 Bước 6: Duy trì SXSH

*Mục đích của bước này nhằm cung cấp các yếu tố ảnh hưởng đến việc duy trì thành công đã đạt được.*

Việc duy trì củng cố chương trình SXSH thực sự là một thách thức. Việc cần phải làm là hợp nhất chương trình SXSH với quy trình sản xuất bình thường của doanh nghiệp. Chìa khóa cho thành công lâu dài là phải thu hút sự tham gia của càng nhiều nhân viên càng tốt, cũng như có một chế độ khen thưởng cho những người đặc biệt xuất sắc, làm cho SXSH trở thành một việc liên tục được thực hiện của nhà máy.

### 4.6.1 Nhiệm vụ 16: Duy trì SXSH

Sự cố gắng cho SXSH không bao giờ ngưng. Luôn luôn có những cơ hội mới để cải thiện sản xuất và cần phải thường xuyên tổ chức việc đánh giá lại SXSH.

Nhóm đánh giá SXSH tại nhà máy sản xuất bia cần lựa chọn một chiến lược để tạo sự phát triển sản xuất bền vững và ổn định cho nhà máy. Chiến lược này bao gồm những nội dung sau:

- Bổ nhiệm một nhóm làm việc lâu dài về đánh giá SXSH, trong đó có những người đứng đầu là cấp lãnh đạo của nhà máy.
- Kết hợp các cố gắng SXSH với kế hoạch phát triển chung của nhà máy.
- Phổ biến các kế hoạch SXSH tới các phòng ban của nhà máy.
- Tạo ra một phương thức cân nhắc tác động của các dự án mới và các công tác cải tổ về SXSH trong nhà máy. Các dự án và những thay đổi cũng có thể dẫn tới làm tăng ô nhiễm hay giảm hiệu quả trong công việc sử dụng nguyên vật liệu và năng lượng trong nhà máy.
- Khuyến khích nhân viên có những sáng kiến mới và những đề xuất cho cơ hội SXSH.
- Tổ chức các tập huấn cho cán bộ và các lãnh đạo nhà máy.

Ngay sau khi triển khai thực hiện các giải pháp SXSH, nhóm chương trình SXSH nên quay trở lại bước 2: Phân tích các bước thực hiện, xác định và chọn lựa công đoạn lãng phí nhất tiếp theo trong nhà máy. Chu kỳ này tiếp tục cho tới khi tất cả các công đoạn được hoàn thành và sau đó bắt đầu một chu kỳ mới.

### 4.6.2 Sản xuất sạch hơn bền vững

Mặc dù hầu hết các đánh giá SXSH đều dẫn đến doanh thu tăng, tác động

xấu tới môi trường giảm và có các sản phẩm tốt hơn. Tuy nhiên, những cố gắng SXSH có thể bị giảm dần hoặc biến mất sau giai đoạn hưng khởi ban đầu.

Cần xác định ra những yếu tố gây tác động xấu cho chương trình SXSH, bao gồm:

- Các trở ngại về tài chính trong việc thực hiện một số các phương án mong muốn, điều này đã dẫn tới giả thiết đáng lo ngại là không nên làm các đánh giá SXSH nếu như không có vốn để thực hiện các phương án.
- Có những thay đổi trong trách nhiệm của các thành viên của nhóm dẫn tới một sự gián đoạn và mai một kiến thức của nhóm SXSH.
- Các thành viên của nhóm chương trình SXSH đi lạc đề sang các nhiệm vụ khác mà họ cho là khẩn cấp hơn.
- Tham vọng quá nhiều dẫn tới việc rất nhiều phương án cùng được thực hiện một lúc, làm mệt mỏi nhóm công tác.
- Khó khăn trong việc làm cân bằng các hệ số về kinh tế của các phương án SXSH.
- Thiếu chuyên nghiệp và kinh nghiệm.

#### **4.6.3 Các yếu tố đóng góp cho thành công của chương trình SXSH**

- Sự hiểu biết đầy đủ và cam kết của các lãnh đạo nhà máy trong việc thực hiện SXSH.
- Có sự trao đổi giữa tất cả các cấp của công ty về những mục tiêu và lợi ích của SXSH.
- Cần có một chính sách rõ ràng của công ty và những ưu tiên về đầu tư cho SXSH và kiểm soát môi trường.
- Cần nâng cao trách nhiệm thực hiện SXSH, với các mục tiêu không thay đổi, luôn xem xét lại quá trình tiến hành và phương thức thực hiện, trên cơ sở thực hiện chiến lược phát triển công ty.
- Tích hợp và hành động hài hòa với các hệ thống quản lý chất lượng vệ sinh an toàn thực phẩm, hệ thống quản lý chất lượng, hệ thống quản lý môi trường, an toàn lao động và phòng chống cháy nổ. Lợi ích của tất cả các hệ thống mang lại nằm trong sự thống nhất của mục đích và hành động

Một triết lý SXSH phải được đề cao trong nội bộ công ty là sự hợp nhất trong các hoạt động. Cho tới nay tất cả các chương trình SXSH thành công đều thực hiện theo nguyên tắc này.



## 5 Xử lý môi trường

*Mục đích của chương này nhằm cung cấp tóm tắt các nguyên tắc xử lý các vấn đề bức xúc nhất của ngành sản xuất bia. Đó là nước thải, chất thải rắn, mùi và khí thải.*

Việc áp dụng sản xuất sạch hơn làm giảm tổng tải lượng ra môi trường. Tuy nhiên, để có thể đáp ứng được tiêu chuẩn thải và đạt môi trường làm việc lành mạnh cần có thêm các giải pháp xử lý cuối đường ống, được mô tả dưới đây.

### 5.1 Xử lý nước thải

Nước thải trong nhà máy bia có đặc trưng là chứa nhiều các hợp chất hữu cơ. Nước thải trong nhà máy bia có thể chia thành 3 loại như sau : Nước từ các quá trình sản xuất, Nước thải sinh hoạt: các nhà vệ sinh, bếp ăn, và nước mưa. Các vấn đề cấp trọng trong phần này tập trung vào nước thải sản xuất. Nước mưa có thể tách dòng riêng vào hệ thống thoát nước, không ảnh hưởng đến việc vận hành của hệ thống xử lý nước thải.

#### 5.1.1 Đặc tính của nước thải

Tải lượng và đặc tính nước thải sản xuất phụ thuộc vào cường độ sản xuất của nhà máy. Về lượng nước thải ít hơn nước đầu vào cho sản xuất khoảng 1,2-1,5 hl/hl bia. Một phần nước được nằm trong sản phẩm, bã hèm và nấm men thải, một phần được bốc hơi trong quá trình sản xuất.

Dòng thải vào giờ cao điểm có thể cao hơn 2,5-3,5 lần so với dòng trung bình. Thời gian cao điểm thường ngắn. Dòng cao điểm thường ở khu vực nhà nấu và bia thành phẩm khi đồng thời vệ sinh thiết bị và nhà xưởng.

Nồng độ các chất hữu cơ phụ thuộc vào tỷ lệ giữa nước và bia, việc thải các chất hữu cơ như nước thải. Nồng độ các chất hữu cơ trong nước thải được đo bằng COD hoặc BOD. Tải lượng hữu cơ của các nhà máy bia thay đổi khác nhau, nhưng thường vào khoảng 0,6-1,8 kg BOD/hl bia. Tải lượng lớn hơn có thể do nấm men thừa hoặc cặn lắng nóng nhưng có thể tìm cách thải bỏ theo cách nào đó hữu hiệu hơn. Các chất hữu cơ trong nước thải nhà máy bia thường dễ phân hủy. Tỷ lệ COD/BOD khoảng 1,5-1,7. Các chất rắn lơ lửng (SS) trong nước thải nhà máy bia khoảng 0,2-0,4 kg SS/hl bia, nếu thải bã hèm, men, bột trợ lọc, bột giấy thì SS sẽ tăng lên rất cao.

Nồng độ các chất chứa ni tơ trong nước thải khoảng 30-100 gN/m<sup>3</sup>. Các chất chứa ni tơ đi từ malt, nguyên liệu thay thế. A xít nitric dùng vệ sinh có thể làm tăng nồng độ các chất chứa ni tơ. Nồng độ phụ thuộc vào tỷ lệ nước, lượng nấm men và các chất tẩy rửa.

Các chất chứa photpho đi từ các chất tẩy rửa. Nồng độ thay đổi trong khoảng 30-100 gP/m<sup>3</sup>.

Nồng độ các kim loại nặng rất thấp. Nước từ các máy, băng tải có thể là nguồn gây ra niken và crôm

### 5.1.2 Thu gom nước thải

Trong mặt bằng xưởng sản xuất chính, thiết kế một tuyến mương ở vị trí thích hợp có thể thu gom được các loại nước thải vệ sinh máy móc, thiết bị trong dây chuyền. Tuyến này có thể dẫn tập trung về khu xử lý nước thải riêng để xử lý trước khi xả ra môi trường.

Đối với khu vực đặt bồn chứa dầu, cần thiết kế hệ thống bờ kè che chắn và mương rãnh bên trong để thu gom nước mưa rơi trên khu vực bồn chứa. Nước mưa thu gom có nhiều khả năng bị nhiễm màng dầu nên sẽ được tập trung để xử lý riêng cùng với nước gom từ nước vệ sinh máy móc đảm bảo loại bỏ hoàn toàn lượng dầu trước khi thải nước ra môi trường

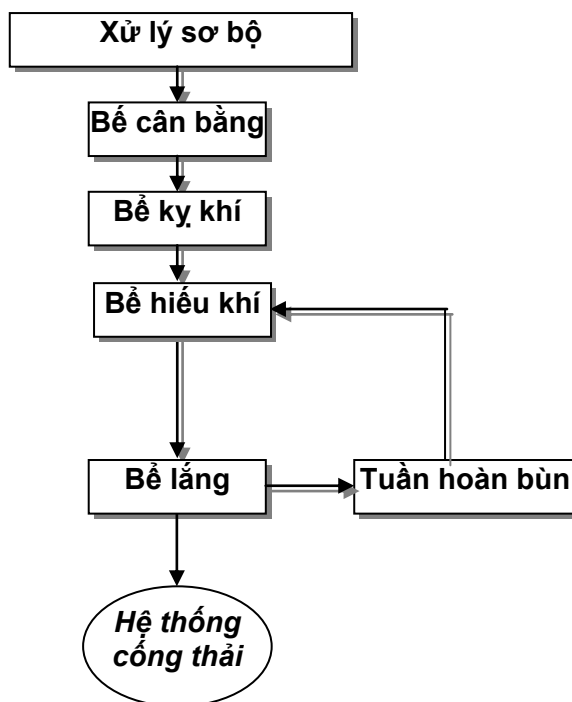
### 5.1.3 Xử lý nước thải

Quy trình xử lý nước thải như sau :

#### Xử lý sơ bộ

Nước thải từ khâu sản xuất được xử lý sơ bộ để tránh nguy cơ làm ảnh hưởng đến hệ thống thoát nước và tránh các bệnh nghề nghiệp cho người lao động. Xử lý sơ bộ có thể được tiến hành trong nhà máy bia hoặc tập trung tại khu vực xử lý nước thải của thành phố. Xử lý sơ bộ bao hàm việc trung hòa nước thải sản xuất, có thể được tiến hành trong khu vực sản xuất; hoặc tank trung hòa trung tâm; hoặc qua việc trung hòa  $CO_2$ ; hoặc qua việc trung hòa sinh học

Trong khu vực sản xuất các chất tẩy rửa có thể trung hòa bằng định lượng axit hoặc xút trước khi đổ vào dòng thải chung. Lượng  $CO_2$  dư có thể được dùng để trung hòa xút trong hệ thống CIP



Hình 5. Sơ đồ công nghệ xử lý nước thải

Hệ thống trung hòa trung tâm cần có bể với thời gian lưu khoảng 20 phút với khuấy đủ mạnh để đảm bảo thể tích trong bể được khuấy hoàn toàn. Các

hóa chất dùng để trung hòa gồm hydroxyt natri, axit sunphuric, axit clohydric, các loại hóa chất khác cũng có thể dùng được nhưng thường đắt tiền hơn.

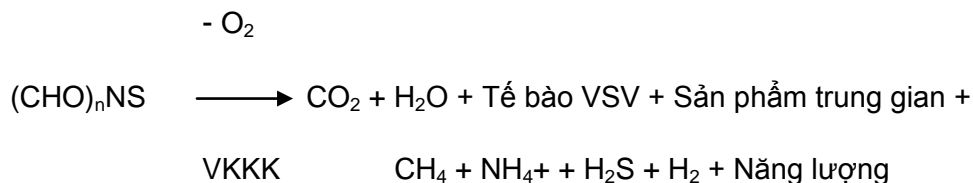
Cả 2 loại axit và xút đều được sử dụng làm hóa chất vệ sinh; có thể giảm lượng hóa chất trung hòa bằng cách tăng thời gian lưu của nước thải ở bể trung hòa. Bể trung hòa có thể dùng như bể cân bằng với thời gian lưu từ 3-6 giờ.

Có thể trung hòa xút bằng khói thải của nồi hơi. Hiệu quả của hệ thống phụ thuộc vào tương tác giữa khói nồi hơi và nước thải.

Trung hòa từng phần qua chuyển hóa sinh học có thể xảy ra trong hệ thống xử lý nước thải. Có thể quan sát thấy rằng pH trong bể cân bằng tự giảm mà không cần bổ sung axit. Hiệu quả của quá trình khó kiểm soát được.

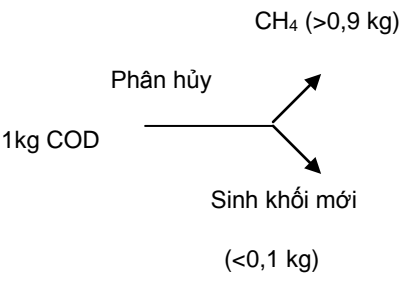
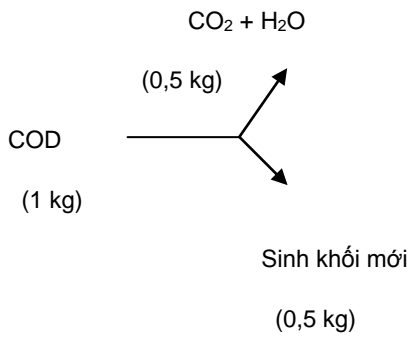
### **Xử lý kỵ khí**

Trong hệ thống kỵ khí các chất hữu cơ được chuyển hóa thành mê tan và CO<sub>2</sub>. Quá trình xử lý tại bể kỵ khí có thể phân hủy được 80-90% các chất hữu cơ. Phương trình phản ứng hóa học của quá trình được thể hiện như sau :



VKKK : Vi khuẩn kỵ khí

So với hệ thống hiếu khí thì hệ thống kỵ khí có những ưu và nhược điểm sau:

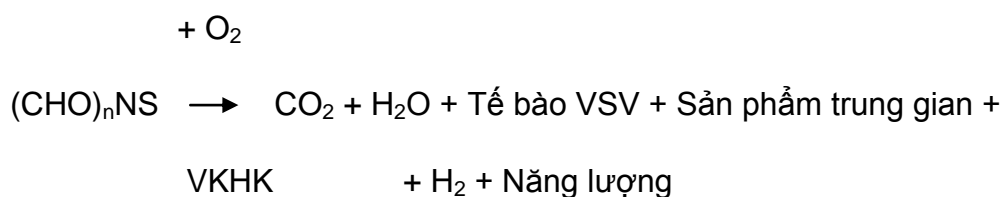
Quá trình xử lý kỵ khí	Quá trình xử lý hiếu khí
Xử lý nước thải có lượng tải hữu cơ cao: $10 - 40 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{ngày}$	Xử lý nước thải có lượng hữu cơ thấp: $0,5 - 1,5 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{ngày}$
Tốc độ tiêu thụ cơ chất cao: $0,75 - 1,5 \text{ kg COD/kg VSV} \cdot \text{ngày}$	Tốc độ tiêu thụ cơ chất thấp: $0,15 - 0,75 \text{ kg COD/kg VSV} \cdot \text{ngày}$
Hiệu suất tạo sinh khối thấp: $0,05 - 0,15 \text{ kg VSV/kg COD}$  → Tạo ra lượng bùn dư ít → Tốn ít chi phí xử lý bùn dư	Hiệu suất tạo sinh khối cao: $0,37 - 0,46 \text{ kg VSV/kg COD}$  → Tạo ra lượng bùn dư lớn → Tăng chi phí xử lý bùn dư
Tiêu hao ít năng lượng	Tiêu tốn năng lượng vì cần cung cấp ô xy $0,5 - 0,7 \text{ kWh/kg COD}$
Tạo ra năng lượng có thể sử dụng được ở dạng khí	Không sinh ra năng lượng
Thời gian khởi động hệ thống chậm: $1 - 2 \text{ tháng}$ với nhiệt độ trung bình $2 - 3 \text{ tháng}$ với nhiệt độ cao	Thời gian khởi động hệ thống nhanh $2 \text{ tuần} - 1 \text{ tháng}$
Dễ bị ảnh hưởng do sự thay đổi điều kiện môi trường: nhiệt độ, pH, ORP... Nếu trong môi trường nước thải có $\text{SO}_4^{2-}$ sẽ sản sinh $\text{H}_2\text{S}$ gây ức chế vi sinh vật mêtan hóa	Ít bị ảnh hưởng do sự thay đổi điều kiện môi trường
Khi gặp sự cố, thời gian phục hồi kéo dài	Thời gian phục hồi nhanh
Chất lượng nước thải sau xử lý: có thể không đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn thải về một số chỉ tiết như: N, P, mùi...	Chất lượng nước thải có thể đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn thải

Xử lý kỵ khí có thể khả thi đối với dòng thải có nồng độ 1.000 g BOD/m<sup>3</sup>. Điều kiện này có thể có ở nhiều nhà máy bia nhưng phụ thuộc vào việc thải các chất hữu cơ, tỷ lệ giữa nước và bia. Nếu nồng độ dòng thải rất thấp thì việc tách dòng nước thải từ nhà nấu và quá trình hoàn thiện sản phẩm để xử lý riêng. Việc thải cặn lắng nóng và nấm men làm tăng nồng độ các chất hữu cơ, nhưng thường nó được thải theo cách trở thành sản phẩm phụ.

Thường hệ thống xử lý kỵ khí của nhà máy bia có tải lượng 5-10 kg COD/m<sup>3</sup>/ngày, lượng bùn sinh ra 0,04-0,08 kg SS/kg COD. Nồng độ của nước thải nhà máy hoạt động ổn định trong khoảng 100-500 g COD/m<sup>3</sup>. Có các loại bể phản ứng kỵ khí khác nhau nhưng phổ biến là UASB. Nước thải đi từ dưới đáy bể phản ứng lên trên qua lớp bùn. Phía trên của bể nước và khí sinh học được tách ra, khí sinh học dùng để đốt nồi hơi.

### Xử lý hiếu khí

Sau khi qua bể kỵ khí khoảng 10-20% các chất hữu cơ chưa bị phân hủy sẽ bị phân hủy tiếp tục trong bể hiếu khí. Các chất hữu cơ được chuyển hóa thành CO<sub>2</sub> và bùn hoạt tính dưới sự tác dụng của ô xy trong không khí. Phương trình cơ bản của quá trình phân hủy hiếu khí là :



VKHK : Vi khuẩn hiếu khí

Tại bể lắng bùn một phần được quay trở lại bể hiếu khí, một phần được tách ra để làm phân bón hoặc chôn lấp tại nơi quy định

Thường bùn hoạt tính được áp dụng để xử lý nước thải sản xuất. Hiệu quả của quá trình xử lý phụ thuộc vào các điều kiện môi trường như nồng độ các chất hữu cơ dễ phân hủy, nhiệt độ, pH, nồng độ ô xy, nồng độ dinh dưỡng. Nhiệt độ thích hợp ở 25-35°C. Ở các nước nhiệt đới cần lưu ý vì nhiệt độ thường thay đổi nhiều khi đến 38-40°C. Đối với công nghệ màng sinh học cần lưu ý đầu tư bể cân bằng lớn hơn để tránh thay đổi nhiệt độ quá đột ngột gây sốc cho sinh khối. Công nghệ bùn hoạt tính thì không đòi hỏi bể cân bằng.

Ở nhiệt độ 25-35°C, hệ thống xử lý nước thải bằng bùn hoạt tính có tải lượng 1,2-1,8 kg COD/m<sup>3</sup>/ngày với tổng lượng thải 15-25 g BOD/m<sup>3</sup> sinh ra lượng bùn hoạt tính 0,45-0,55 kg SS/kg BOD.

Việc tách bùn hoạt tính ra khỏi hệ thống xử lý nước thải bằng bể lắng. Thông

thường tải lượng của tank là 0,5-1,0 m<sup>3</sup>/h. tải lượng phụ thuộc vào đặc tính của bùn. Bể lắng hiệu quả khi nồng độ các chất rắn lơ lửng trong dòng thải là 20-30 g SS/m<sup>3</sup>.

Bùn ở cả 2 hệ thống xử lý hiếu khí và kỵ khí được tách nước bằng máy lọc ép hoặc máy ly tâm. Lượng bùn sinh ra từ hệ thống xử lý nước thải sản xuất dao động trong khoảng 0,1-0,8 kg/hl

Nhiều nhà máy bia nằm trong khu dân cư có hệ thống xử lý nước thải công cộng. Việc kết hợp xử lý nước thải công cộng và nước thải nhà máy bia sẽ đem lại lợi ích cho cả 2 bên và môi trường. Đó là:

- Các chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học trong nước thải nhà máy bia sẽ thuận lợi cho phân hủy các hợp chất nitơ trong nước thải công cộng
- Trong các khu vực có khí hậu lạnh các quá trình sinh học bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ của nước thải sinh hoạt. nhiệt độ có thể làm tăng lên nhờ nhiệt độ của nước thải nhà máy bia
- Các quá trình sinh học, các chất dinh dưỡng (N, P) cần được bổ sung để phát triển sinh khối. các dinh dưỡng cần thiết không phải bổ sung nếu xử lý hỗn hợp 2 nguồn nước thải.
- Chia sẻ chi phí

Trong nhiều trường hợp việc xử lý sơ bộ nước thải nhà máy bia là cần thiết.

#### **Ví dụ về đầu tư hệ thống xử lý nước thải**

Một nhà máy bia công suất 25 triệu lít/năm, công nghệ sản xuất hiện đại trung bình, thiết bị mới toàn bộ; cơ cấu sản phẩm 80% bia chai, 20% bia hơi. Dự kiến mỗi ngày có lượng nước thải sản xuất 500 m<sup>3</sup>/ngày, nước thải sinh hoạt 3 m<sup>3</sup>/ngày. Các chỉ tiêu hóa lý của nước thải thể hiện trong bảng 8.

**Bảng 9. Các chỉ tiêu hóa lý của nước thải**

Chỉ tiêu	Đơn vị	Nước thải sản xuất	Nước thải sinh hoạt
COD	mg/l	2200	350
BOD <sub>5</sub>	mg/l	1400	220
SS	mg/l	1000	500
N tổng	mg/l	14	40
P tổng	mg/l	11	8

Các hạng mục đầu tư	
Bể cân bằng	300 m <sup>3</sup>
Bể UASB	550 m <sup>3</sup> , thời gian lưu 24 giờ
Bể hiếu khí	400 m <sup>3</sup> , thời gian lưu 12 giờ
Bể lắng	250 m <sup>3</sup>
Bể bùn	
Tổng diện tích mặt bằng	500-1000 m <sup>2</sup>
Tổng vốn đầu tư bằng công nghệ trong nước:	70.000 - 100.000 USD
Chi phí vận hành ước tính	12,5-15,0 cent/m <sup>3</sup> .

## 5.2 Quản lý các chất thải rắn

Vấn đề quan trọng nhất cần quan tâm trong quản lý chất thải rắn là phân loại chúng thành các loại khác nhau. Trong nhà máy bia hầu như tất cả các chất thải rắn đều được tận thu, tái sử dụng.

Bã bia chứa trong si lô đem bán cho người chăn nuôi làm thức ăn gia súc. Nếu không sử dụng hết cho mục đích này thì sấy khô để làm thức ăn dự trữ cho gia súc, hoặc làm phân bón cải tạo đất. Một số nhà máy bia sử dụng bã bia đưa vào hệ thống xử lý nước thải kỵ khí để tạo khí sinh học dùng cho nồi hơi.

Trong nhà máy bia có sử dụng chai tái sử dụng, sẽ có rất nhiều thủy tinh vỡ. Có thể thu gom chai vỡ để tái chế thành chai mới nếu chúng không bị lẫn các chất rắn khác như giấy, kim loại. nếu chúng có lẫn thì tốt nhất đem chôn lấp.

Bột trợ lọc là một trong những thành phần chất thải rắn chiếm lượng lớn. Các phương pháp xử lý tái chế vẫn đang được nghiên cứu, hiện chỉ chôn lấp.

Bột giấy từ các nhãn trong quá trình rửa chai tái sử dụng đem làm phân bón.

Các phế thải từ các nguyên liệu bao bì sử dụng một lần như giấy, nhựa, gỗ cần được thu gom, phân loại và tái chế

## 5.3 Quản lý khí thải

Đầu tư hệ thống thu hồi CO<sub>2</sub> từ các tank lên men giảm hoàn toàn lượng CO<sub>2</sub> phát tán vào môi trường không khí và sử dụng vào các mục đích khác, góp phần giảm thiểu phát thải khí nhà kính.

Nguồn khí thải lớn nhất là từ ống khói nồi hơi. Theo thống kê của Tổ chức Y tế thế giới khi đốt 1 tấn than sẽ thải ra môi trường các tải lượng ô nhiễm như sau:

$$\text{Bụi} = 5 A \text{ kg (trong đó A là độ tro tính với than Antraxit)}$$

$SO_2 = 19,5 S$  kg (trong đó S là nồng độ lưu huỳnh)

$CO = 0,3$  kg

$THC = 0,05$  kg

Khi tính toán tải lượng và nồng độ các chất ô nhiễm trong không khí của nồi hơi đốt dầu FO người ta căn cứ vào hệ số ô nhiễm (Bảng 10)

**Bảng 10. Hệ số ô nhiễm khi nồi hơi đốt dầu FO**

(đối với nồi hơi <100GJ/giờ tương đương 38,7 tấn hơi giờ)

TT	Chất ô nhiễm	Hệ số ô nhiễm (kg/1000 lít)
1	Bụi khói	$0,7 \times A$
2	$SO_2$	$18,8 \times S$
3	$NO_x$	6,6
4	CO	0,6
5	VOC	0,09

Nguồn: Cục Môi trường Liên Bang Mỹ (USEPA), 2001

Trong đó

$$A = 0,13 \times S + 0,05$$

S: Thành phần lưu huỳnh trong dầu FO sử dụng ở Việt Nam, S = 3%

Khi đốt cháy 1 kg dầu FO ở nhiệt độ hoạt động bình thường (600-800°C) của nồi hơi, lượng khí thải tạo ra  $28,3m^3$  (hệ số khí dư là 30% )

Lượng nhiên liệu đốt phục vụ sản xuất phụ thuộc vào công suất của nồi hơi và tiến độ sản xuất trong nhà máy. Từ khối lượng nhiên liệu có thể tính ra tải lượng chất thải khí do nồi hơi tính theo nồng độ ( $mg/m^3$ ) và tải lượng (kg/giờ).

Quy định hiện hành về nồng độ tối đa cho phép của các chất thải ô nhiễm trong khí thải công nghiệp tại Quyết định số 22/2006/QĐ-BTNMT ngày 18/12/2006 của Bộ Tài nguyên và Môi trường và Tiêu chuẩn áp dụng TCVN 5939:2005 có thể tính toán mức độ ô nhiễm của nồi hơi cụ thể trong dây chuyền và từ đó có giải pháp giảm thiểu ô nhiễm bằng cách lắp đặt hệ thống xử lý khí thải tại cơ sở sản xuất.

Ví dụ: Một cơ sở sản xuất bia có nồi hơi đốt than công suất 4 tấn hơi/giờ; định mức nhiên liệu 470 kg/giờ, áp suất làm việc 10 bar. Khi đốt hết 1 kg than cần 1 lượng không khí là  $11,62 m^3$ . Vậy lưu lượng nguồn thải là  $470 \times 11,62 = 5.461 m^3/h$ . Các hệ số Kp và Kv cho rằng bằng 1



**Bảng 10: Tải lượng chất thải khí phát thải do đốt than**

Các thông số	Kết quả	
	Nồng độ (mg/m <sup>3</sup> )	Tải lượng (kg/giờ)
Bụi	624	1,744
SO <sub>2</sub>	2108	2,502
NO <sub>x</sub>	305	0,850
CO	-	0,072

**Bảng 11: Nồng độ tối đa cho phép của các chất ô nhiễm trong khí thải**

Các thông số	Kết quả	
	Nồng độ thải (mg/m <sup>3</sup> )	Nồng độ tối đa cho phép (mg/m <sup>3</sup> )
Bụi	624	200
SO <sub>2</sub>	2108	500
NO <sub>x</sub>	305	580

Từ kết quả tính toán cho thấy cơ sở trên có nồng độ SO<sub>2</sub> cao hơn nồng độ tối đa cho phép (TĐCP) (TCVN 5939:2005) là 4,2 lần; bụi khói cao hơn nồng độ TĐCP là 3 lần; các chỉ tiêu khác thấp hơn nồng độ TĐCP. Như vậy cơ sở sẽ phải có giải pháp xử lý khí bụi và khí SO<sub>2</sub>.

#### **Các giải pháp hạn chế phát thải SO<sub>2</sub> bao gồm:**

Xử lý nhiên liệu đầu vào bằng cách sử dụng các chất phụ gia trong khi đốt lò để ngăn chặn sự hình thành SO<sub>2</sub> trong khói lò. Phương pháp này có chi phí vận hành cao và khó khả thi.

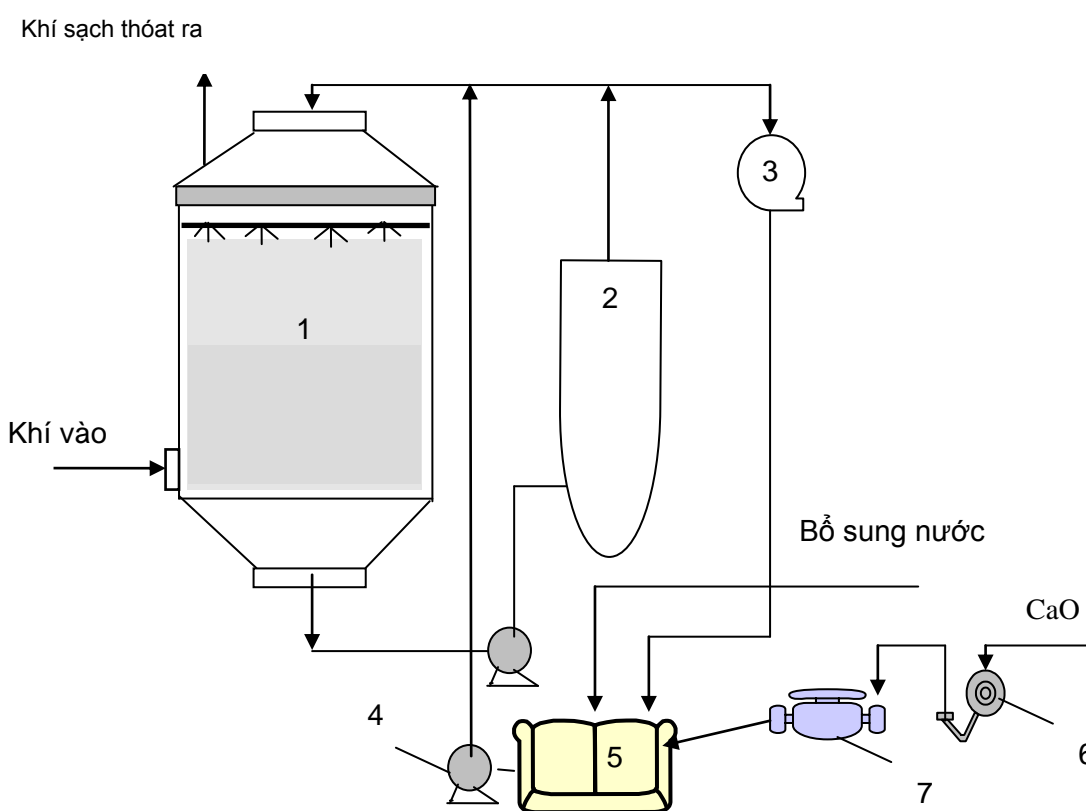
Sử dụng các chất hấp thụ, hấp phụ để giảm nồng độ SO<sub>2</sub> khi thải ra không khí. Các chất đó có thể là những hóa chất thông thường và rẻ tiền như đá vôi, vôi, ammoniac, MgO...

#### **Xử lý SO<sub>2</sub> bằng vôi**

Xử lý SO<sub>2</sub> bằng vôi là phương pháp áp dụng rộng rãi trong công nghiệp vì hiệu quả xử lý cao, nguyên liệu rẻ tiền, dễ kiếm. Sơ đồ công nghệ xử lý thể hiện trong hình 6

Khói sau khi được lọc sạch tro bụi đi vào tháp rửa 1, trong đó xảy ra quá trình hấp thụ khí SO<sub>2</sub> bằng dung dịch sữa vôi tươi trên lớp đệm bằng vật liệu rỗng.

Nước chứa axit chảy ra từ tháp được bổ sung thường xuyên bằng sữa vôi mới. Trong nước chảy ra từ tháp rửa có chứa nhiều sunfit và canxi sunfat dưới dạng tinh thể:  $\text{CaSO}_3 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  và một lượng tro bụi còn sót lại sau bộ lọc tro bụi, do đó cần tách các tinh thể nói trên ra khỏi dung dịch bằng bộ phận tách tinh thể 2. Thiết bị số 2 là một bình rộng cho phép dung dịch lưu lại một thời gian đủ để hình thành các tinh thể sunfit và sunfat canxi. Sau bộ phận tách tinh thể 2, dung dịch một phần đi vào tưới cho tháp ướt, phần còn lại đi qua bình lọc chân không 3, tại đây các tinh thể bị giữ lại dưới dạng cặn bùn và được thải ra ngoài. Đá vôi được đập vụn và được nghiền thành bột qua các thiết bị 6, 7 rồi cho vào thùng 5 để pha trộn dung dịch loãng chảy từ bộ phận lọc chân không số 3 cùng với một lượng nước bổ sung để được dung dịch sữa vôi mới. Hiệu quả hấp thụ  $\text{SO}_2$  bằng sữa vôi đạt 98%.



**Hình 6. Sơ đồ hệ thống xử lý khí  $\text{SO}_2$  bằng sữa vôi**