

# Nghiên cứu đánh giá các kỹ thuật hiện có được ứng dụng trong đánh giá sản xuất sạch hơn và đề xuất định hướng áp dụng tại Việt Nam

• Trần Văn Thanh

• Lê Thanh Hải

Viện Môi trường và Tài nguyên, VNU-HCM

(Bài nhận ngày 08 tháng 11 năm 2014, nhận đăng ngày 24 tháng 12 năm 2014)

## TÓM TẮT

Hiệu quả đánh giá Sản xuất sạch hơn (SXSH) phụ thuộc phương pháp đánh giá (PPĐG) vì vậy trong thời gian qua lĩnh vực học thuật đã nghiên cứu và phát triển nhiều PPĐG SXSH. Hiện nay việc áp dụng các kỹ thuật, phương pháp đánh giá SXSH trong thực tế ở Việt Nam còn hạn chế và chưa có nghiên cứu hệ thống các PPĐG này do đó nghiên cứu này tiến hành rà soát đánh giá và hệ thống các phương pháp hiện có được ứng dụng trong đánh giá SXSH và đề xuất các phương pháp để ứng dụng trong đánh giá SXSH tại Việt Nam. Trong nghiên cứu này các kỹ thuật được trình bày và sắp xếp

theo trình tự quy trình SXSH. Các PPĐG được chia thành 5 nhóm: phương pháp đánh giá sơ bộ nhằm xác định trọng tâm SXSH, phương pháp đánh giá chi tiết nhằm đề xuất giải pháp SXSH, phương pháp đánh giá tính khả thi, phương pháp đánh giá trong giai đoạn triển khai SXSH và phương pháp duy trì SXSH. Dựa vào ưu nhược điểm của các phương pháp, nghiên cứu này đề xuất quy trình tích hợp các phương pháp hiện có để xây dựng phương pháp đánh giá SXSH trong điều kiện Việt Nam góp phần nâng cao hiệu quả đánh giá SXSH trong công nghiệp.

**Từ khóa:** phương pháp đánh giá, sản xuất sạch hơn, giảm thiểu ô nhiễm, công cụ, kỹ thuật đánh giá

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khái niệm SXSH ra đời từ những năm 1980s, mục tiêu của SXSH là giúp làm giảm mức độ ô nhiễm và rủi ro cho môi trường. Việc sử dụng hiệu quả hơn các nguồn nguyên vật liệu và tối ưu hóa quy trình sản xuất sẽ làm giảm bớt chất thải và ô nhiễm phát sinh, giúp giảm chi phí sản xuất. SXSH còn gián tiếp nâng cao năng suất

lao động, giảm tai nạn lao động thông qua những cải thiện về mặt sức khỏe và an toàn lao động cho công nhân. SXSH có vai trò đặc biệt quan trọng tại các nước đang phát triển vì các nước này tiêu thụ nguyên vật liệu và năng lượng trong công nghiệp còn ở mức tương đối cao. SXSH được áp dụng thành công ở các công ty lớn và hiện nay

SXSH được áp dụng cho các công ty có quy mô vừa và nhỏ [1]. Đến nay SXSH đã được triển khai cho nhiều nước trên thế giới, hiện nay đã có hơn 25 nước có trung tâm SXSH quốc gia để thúc đẩy áp dụng SXSH [2].

Tại Việt Nam từ năm 1989 đến nay, chính phủ đã có các chính sách thúc đẩy, triển khai vấn đề ngăn ngừa giảm thiểu ô nhiễm công nghiệp, sản xuất sạch hơn. Đến nay Chính phủ ban hành Quyết định số 1419/QĐ-TTg phê duyệt “Chiến lược sản xuất sạch hơn trong công nghiệp đến năm 2020”. Theo chiến lược này thì mục tiêu chính phủ đặt ra là giai đoạn từ nay đến năm 2020, 50% cơ sở áp dụng sản xuất sạch hơn, tiết kiệm được từ 8-13% mức tiêu thụ năng lượng,

## 2. PHƯƠNG PHÁP

### 2.1 Phương pháp tìm kiếm

Dựa vào các từ khoá, nghiên cứu này sẽ lần lượt tìm tài liệu liên quan đến các công bố trong lĩnh vực học thuật dựa vào công cụ tìm kiếm mỗi từ khoá sẽ tiến hành rà soát dựa vào tiêu đề kể đến là tóm tắt (bằng cách truy cập đường link của bài báo). Tiêu chí để rà soát sơ bộ tên và tóm tắt như sau: có từ khoá liên quan đến chủ đề nghiên cứu nhất là các từ liên quan đến phương pháp, kỹ thuật đánh giá, quy trình SXSH nếu bài nào không có các từ khoá liên quan sẽ loại bỏ không rà soát chi tiết. Các bài đáp ứng yêu cầu sẽ được tải về từ các cơ sở dữ liệu của Cục thông tin khoa học và công nghệ quốc gia –VISTA và thư viện

### 2.2 Phương pháp phân loại các kỹ thuật đánh giá

Các công cụ khoa học có vai trò quan trọng trong đánh giá, xác định được các nguyên nhân, tiềm năng SXSH vì các giải pháp được đề xuất có độ tin cậy, ý nghĩa, logic cao để thuyết phục các doanh nghiệp, các nhà đầu tư, nhà tài chính triển khai thực hiện hoặc hỗ trợ thực hiện. Tùy vào mức độ đánh giá và quan điểm của người sử dụng, các công cụ này có thể được chia thành các nhóm khác nhau. Blomquist đã chia các công cụ

nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu; 90% doanh nghiệp vừa và lớn có bộ phận chuyên trách về sản xuất sạch hơn; 90% các Sở Công thương có cán bộ chuyên trách đủ năng lực hướng dẫn áp dụng sản xuất sạch hơn cho các cơ sở SXCN. Để thực hiện tốt chiến lược ngăn ngừa và giảm thiểu ô nhiễm trong công nghiệp thì phải có công cụ, kỹ thuật đánh giá phù hợp để thuyết phục nhà đầu tư, nhà tài chính trong triển khai các giải pháp. Do vậy nghiên cứu này tiến hành rà soát các kỹ thuật hiện có đã được áp dụng trên thế giới trong lĩnh vực học thuật và đề xuất các kỹ thuật phù hợp với Việt Nam nhằm nâng cao hiệu quả đánh giá SXSH.

trung tâm của Đại học quốc gia TpHCM có liên kết với các cơ sở dữ liệu của Science Direct của nhà xuất bản Elsevier, Springer,.. và các cơ sở dữ liệu của Việt Nam.

Các từ khoá phục vụ quá trình tìm kiếm (tiếng việt và tiếng anh) là phương pháp sản xuất sạch, kỹ thuật đánh giá SXSH, kỹ thuật giảm thiểu chất thải, rào cản SXSH, lợi ích SXSH, kỹ thuật đánh giá hỗ trợ ra quyết định trong SXSH, phương pháp đánh giá sơ bộ, phương pháp đánh giá chi tiết, phương pháp giám sát triển khai, phương pháp duy trì SXSH. Các từ khoá này có thể kết hợp với nhau để giảm số lượng tìm kiếm.

được ứng dụng trong đánh giá giảm thiểu chất thải thành 2 nhóm: đánh giá sơ bộ và đánh giá [3]. Trong khi đó van Berkel đã rà soát các phương thức thực hiện SXSH của nhiều tổ chức khác nhau cho thấy có tổ chức đánh giá SXSH qua 4 bước là tổ chức, đánh giá sơ bộ, đánh giá, nghiên cứu khả thi và triển khai, và đồng thời cũng có tổ chức đánh giá SXSH qua 6 bước là chuẩn bị, đánh giá sơ bộ, đánh giá, đề xuất giải

pháp, nghiên cứu khả thi, triển khai và duy trì [1].

Trong áp dụng thực tế cũng vậy, một số tác giả đưa ra quy trình đánh giá từ 3 đến 5 bước. Avşar đánh giá SXSH cho nhà máy sản xuất giấy bột giấy qua 3 giai đoạn là đánh giá sơ bộ, đánh giá cân bằng vật chất và tổng hợp [4]. Ngoài ra Özbay đánh giá SXSH cho nhà máy sản xuất sữa gồm 4 bước: tổ chức, đánh giá sơ bộ, đánh giá chi tiết và nghiên cứu khả thi [5]. COWI Consulting Engineers and Planners AS, xây dựng tài liệu đánh giá SXSH cho ngành chế biến thịt, đã hướng dẫn đánh giá SXSH qua 5 giai đoạn là lập kế hoạch, đánh giá sơ bộ, đánh giá, đánh giá

và nghiên cứu khả thi, triển khai và duy trì [6].

Nhìn chung tùy cách tiếp cận vấn đề mà quy trình đánh giá có thể chia thành 3 – 6 bước/giai đoạn. Dù chia giai đoạn như thế nào cũng có cùng mục tiêu là xác định các cơ hội và giải pháp SXSH để ngăn ngừa và giảm thiểu ô nhiễm. Hiện nay UNEP đã đưa ra quy trình đánh giá và thực hiện SXSH gồm có 6 bước do vậy nghiên cứu này chia các công cụ, kỹ thuật đánh giá theo các bước chính của quy trình SXSH chuẩn gồm đánh giá sơ bộ, đánh giá, đánh giá tính khả thi, giám sát thực hiện SXSH và duy trì SXSH như bảng 1.

**Bảng 1-** Cách phân loại các kỹ thuật được áp dụng trong đánh giá SXSH

Giai đoạn thực hiện SXSH	Phân nhóm kỹ thuật đánh giá
Bước 1: Khởi động	Đánh giá sơ bộ
Bước 2 Phân tích các công đoạn	Đánh giá (Phân tích chi tiết để đề xuất các giải pháp)
Bước 3 Phát triển các cơ hội SXSH	
Bước 4: Lựa chọn các giải pháp SXSH	Đánh giá tính khả thi (Lựa chọn giải pháp tốt nhất, khả thi)
Bước 5:Thực hiện giải pháp SXSH	Giám sát thực hiện
Bước 6: Duy trì SXSH	Duy trì SXSH

### 3. KẾT QUẢ

#### 3.1 Rà soát và đánh giá các kỹ thuật sẵn có đã được áp dụng trong đánh giá SXSH

Kết quả rà soát và sàng lọc các nghiên cứu gần đây dựa trên kết quả tìm kiếm theo chủ đề và các từ khoá nghiên cứu này đã sàng lọc được 33 công bố (gồm bài báo và báo cáo khoa học) liên quan đến chủ đề nghiên cứu. Phần lớn các bài báo từ tạp chí SXSH (Journal of Cleaner production). Tổng hợp các kỹ thuật hiện có được áp dụng trong đánh giá SXSH trên cơ sở rà soát các công bố trong thời gian gần đây như sau:

Nhóm 1-đánh giá sơ bộ: Áp dụng cho bước 1 của quy trình SXSH gồm các phương pháp như Phương pháp khảo sát sơ bộ-Walk through, Phương pháp lập bảng kiểm tra-Checklist,

Phương pháp P-graph, Phương pháp tiến trình quyết định cấp bậc (HDP), Phân tích sơ đồ quy trình công nghệ (PFD), Phương pháp Dupont, Phương pháp Chỉ số chất thải - Waste index, Phương pháp tính chi phí chất thải, Phương pháp so sánh – Benchmark, Hướng dẫn kỹ thuật sẵn có tốt nhất (BAT).

Nhóm 2-Đánh giá phân tích chi tiết đề xuất các giải pháp: Áp dụng cho bước 2 và 3 của quy trình SXSH gồm phương pháp phân tích cân bằng vật chất và năng lượng (CBVC-NL), Phân tích tích hợp quá trình PINCH, Phương pháp phân tích BAT, Phương pháp động não - Brain storming.

Nhóm 3- Phương pháp đánh giá lựa chọn giải pháp khả thi, tốt nhất: Áp dụng cho bước 4 của quy trình SXSH gồm phương pháp phân tích BAT, phương pháp chỉ số môi trường tích hợp, phương pháp phân tích cấp bậc (AHP), Phương pháp phân tích đa tiêu chí (MCA)

Nhóm 4- Phương pháp giám sát thực hiện: Áp dụng cho bước 5-thực hiện SXSH của quy trình SXSH gồm biểu đồ XY, biểu đồ mục tiêu

Nhóm 5-phương pháp duy trì: Áp dụng cho bước 6-duy trì SXSH của quy trình SXSH gồm lồng ghép quản lý chất lượng, hệ thống EMS

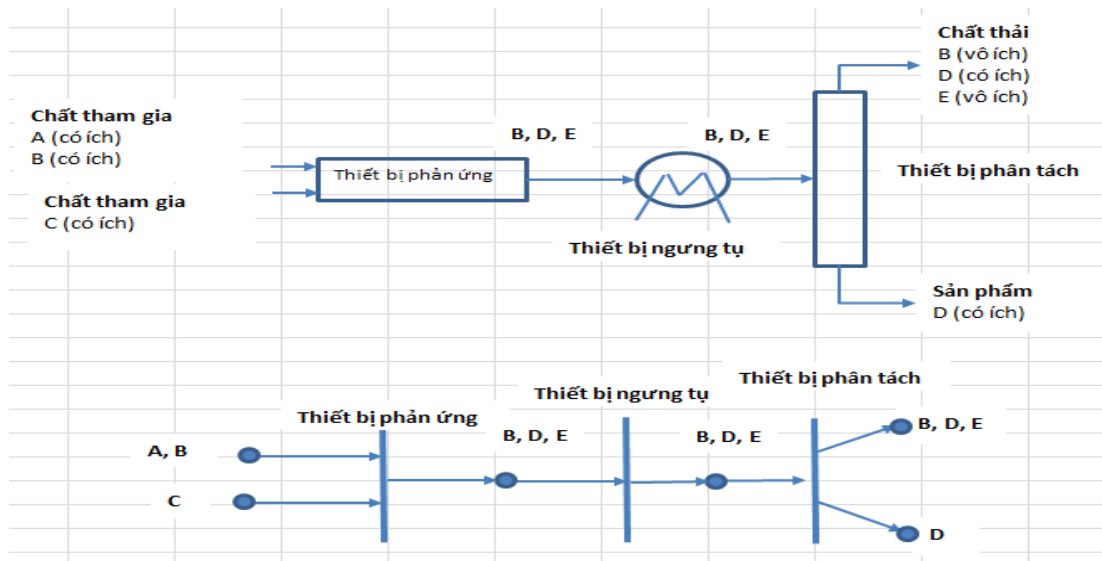
Rà soát các kỹ thuật đánh giá SXSH hiện có theo 5 phân nhóm đã được phân loại như nội dung 3.1.1 – 3.1.5.

**3.1.1 Nhóm kỹ thuật đánh giá sơ bộ**

Gồm có 10 kỹ thuật phổ biến được áp dụng trong bước 1-Khởi động. Trong nhóm các phương pháp này, phương pháp thứ nhất, Walk

through, là phương pháp khảo sát sơ bộ nhà máy và xác định các khu vực trọng tâm dựa vào kinh nghiệm. Kết quả của phương pháp này là báo cáo sơ bộ sẽ đưa ra các khu vực có tiềm năng tiết kiệm[1,6]. Trong khi đó phương pháp thứ hai, phương pháp lập bảng check-list, được hoàn thành sau giai đoạn walk-through, người quản lý nhà máy hoàn thành các thông tin được nêu trong phiếu để phục vụ cho giai đoạn rà soát[1,6].

Phương pháp thứ ba, P-Graph, là phương pháp phân tích quá trình bằng sơ đồ được Halim và Srinivasan áp dụng để phân tích giảm thiểu chất thải. Mỗi thành phần của một dòng được chia thành 2 nhóm: có ích và không có ích bằng cách biểu diễn trên sơ đồ tổng thể như hình 1. Trong p-graph dòng nguyên liệu được thể hiện bằng 01 vòng tròn, một quá trình được thể hiện bằng nét gạch đứng, liên kết giữa dòng nguyên liệu và quá trình được thể hiện bằng mũi tên[8].



**Hình 1.** Sơ đồ P-graph cho quá trình [8]

Phương pháp thứ tư, phương pháp HDP, trong lĩnh vực SXSH được Douglas sử dụng để xuất quy trình xác định các vấn đề ô nhiễm sớm trong giai đoạn thiết kế và cho các nhà máy đã hoạt động[9]. Mizsey và Fonyó đã kết hợp

phương pháp này với cách tiếp cận theo sơ đồ củ hành (onion diagram approach) để đưa ra quy trình giảm thiểu chất thải trong quá trình công nghiệp[10]. Nhìn chung phương pháp HDP bao gồm phân tích định tính và định lượng. Nó có thể

áp dụng để xác định khu vực ưu tiên và để lựa chọn phương án tốt nhất. Do vậy phương pháp này cũng có thể ứng dụng vào phân tích chi tiết để lựa chọn phương án cải tiến.

Phương pháp thứ năm, sơ đồ quy trình công nghệ-PFD, là phương pháp mô tả và phân tích sơ đồ quy trình công nghệ phương pháp này cho biết được các dòng vật chất trong quá trình vận hành, giải thích rõ các khu vực cần nguyên liệu thô, phụ trợ và tiêu thụ năng lượng và nơi có phát sinh chất thải. Đây là phương pháp phổ biến nhất trong đánh giá SXSH[11].

Thứ sáu, phương pháp DuPont, là phương pháp giảm thiểu chất thải dựa vào các nguyên tắc: Lượng dòng khí thải và lượng nước thải và tải lượng chất hữu cơ trong nước thải cần xử lý cuối đường ống và phải tốn chi phí vận hành; Lượng khí thải và nước thải cùng ảnh hưởng đến chi phí đầu tư và chi phí sản xuất; Xử lý cuối đường ống chỉ cần khi dòng thải chứa thành phần ô nhiễm phải xử lý. Mulholland và Dyer sử dụng các nguyên tắc này để phát triển một phương pháp tiếp cận theo hai hướng cho phân tích quá trình và giảm thiểu chất thải[13].

Thứ bảy, Phương pháp chỉ số chất thải, là phương pháp đánh giá dòng thải để xác định mức độ ưu tiên trong giảm thiểu được nhiều tác giả xây dựng và đánh giá dựa vào nhiều tiêu chí khác nhau như Halim và Srinivasan đã đề nghị áp dụng các tiêu chí như số lượng và tần số của dòng chất thải, chi phí quản lý các dòng chất thải hiện có, tác động pháp lý có thể có trong tương lai, rủi ro, an toàn và sức khỏe cho người lao động và công chúng, sự dễ dàng thực hiện và chi phí của giải pháp và hiệu quả của các giải pháp[14]. Trong khi đó Kothuis cho rằng số lượng, chi phí, tác động môi trường, tiềm năng giảm thiểu chất thải và các khía cạnh khác (ví dụ như rủi ro, trách nhiệm pháp lý, sức khỏe nghề

ng nghiệp, hình ảnh công ty) liên quan đến dòng chất thải được sử dụng như tiêu chí ưu tiên cho giảm thiểu chất thải[15]. Hawkey cũng phát triển một hệ thống chỉ số theo phương pháp dùng trọng số để xếp hạng các giải pháp giảm thiểu chất thải. Tiêu chí đề nghị bao gồm số lượng, chi phí, độc tính, trách nhiệm pháp lý ngắn hạn, trách nhiệm pháp lý dài hạn, thực hành quản lý tốt và phát thải của các chất thải[16].

Thứ tám, phương pháp tính phí thực của chất thải được áp dụng để tính toán chi phí thực sự của chất thải cho mỗi dòng chất thải trong quá trình cho phép xác định được các dòng được ưu tiên để triển khai đánh giá giảm thiểu chất thải chi tiết. Phương pháp này xếp hạng thứ tự ưu tiên theo chi phí tuy nhiên, số lượng, tác động môi trường và trách nhiệm của mỗi dòng được phản ánh trong chi phí thực sự của nó[17].

Thứ chín, Benchmarking, là phương pháp liên quan đến việc thiết lập một mức tiêu thụ mong muốn cho một hoạt động, quá trình hoặc một phần của thiết bị[18]. Ngoài ra có thể xây dựng bộ tiêu chí để làm công cụ đánh giá trong Benchmark[1]. Một điểm chuẩn (benchmark), còn được gọi là chỉ số hiệu quả chính (KPI), là chỉ số hiệu quả của một quá trình. Điểm chuẩn có thể cho phép so sánh hiệu suất của công ty với các công ty tương tự ở quy mô toàn cầu (áp dụng cho các tập đoàn). Điểm chuẩn bên ngoài thường được phối hợp thông qua các hiệp hội ngành công nghiệp[3].

Cuối cùng, hướng dẫn BAT, mục tiêu của phương pháp luận BAT nhằm đưa ra công nghệ hiện có khả thi về kinh tế, kỹ thuật và ít tác động nhất tới môi trường[20] và được ứng dụng thành công tại các nước EU. Đánh giá BAT cũng giống như SXSH là một quá trình cải tiến liên tục vì công nghệ có thể thay đổi theo từng khoảng thời gian khác nhau. Định kỳ 3 năm/lần khối Châu

Âu sẽ trao đổi thông tin để đưa ra BAT-BEP cho từng ngành công nghiệp, sản xuất. Các doanh nghiệp dựa vào cơ sở này để tự đánh giá, cải tiến và áp dụng cho đơn vị của mình. Dựa vào các hướng dẫn BAT đã được nghiên cứu và đề xuất cho các lĩnh vực, Hải (2010) đã nghiên cứu áp dụng BAT cho ngành bia để đề xuất quy trình không phát thải cho ngành bia ở Việt Nam[19]. P.M. Bello Bugallo ứng dụng bộ hướng dẫn BAT- BEP để đánh giá cho nhà máy chế biến thủy sản và thực phẩm đóng hộp điển hình trên cơ sở so sánh với Bộ hướng dẫn BAT-BEP, sau đó đánh giá mức độ đạt được của nhà máy so với BAT, các điểm chưa đạt được là cơ sở để nhà máy cải tiến, áp dụng BAT nhằm ngăn ngừa và giảm thiểu ô nhiễm.

Nhìn chung trong 10 kỹ thuật đánh giá sơ bộ thì walk through, checklist là kỹ thuật đánh giá nội bộ định tính, trong khi đó hướng dẫn BAT, Benchmark là kỹ thuật đánh giá có so sánh với bên ngoài bán định lượng, phân tích đa tiêu chí, chỉ số chất thải,... là kỹ thuật đánh giá nội bộ để xác định dòng ưu tiên. Trong các phương pháp này thì phân tích quy trình công nghệ là phương pháp không thể thiếu trong quá trình phân tích. Quá trình khảo sát sơ bộ để các chuyên gia nhận định các cơ hội SXSH thông qua quan sát thực tế, tuy nhiên quá trình này chỉ xác định được các cơ hội SXSH khi đã thể hiện ra bên ngoài và tại thời điểm khảo sát. Checklist là bảng. Checklist thông thường được xây dựng dựa trên các tài liệu được dùng để so sánh như các hướng dẫn Benchmark, hướng dẫn BAT, hướng dẫn SXSH hoặc kinh nghiệm chuyên gia. Trong khi đó phương pháp P-graph và Dupont được đề xuất chủ yếu để phân tích giảm thiểu chất thải cho ngành công nghiệp sản xuất hóa chất và chủ yếu được áp dụng trong giai đoạn thiết kế. Benchmark là phương pháp hiệu quả để xác định cơ sở có tiềm năng SXSH. Đầu tiên phương pháp này được áp dụng để so sánh 2 nhà máy khác nhau của cùng tập đoàn vì có công nghệ và sản phẩm tương tự nhau và có

thể chia sẻ dữ liệu, ngày nay được áp dụng để so sánh các nhà máy trong cùng lĩnh vực. Khó khăn của phương pháp này là dữ liệu vì các nhà máy không cùng một chủ sở hữu ít chia sẻ thông tin vì vậy ít nhiều gặp khó khăn trong việc đánh giá, một vài nơi hiệp hội ngành nghề sẽ chia sẻ dữ liệu để làm cơ sở so sánh. Do vậy cần phải phát triển phương pháp Benchmark cho các ngành nghề khác nhau[21], nhất là cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Hướng dẫn BAT hiện nay đã được xây dựng cho 32 ngành, lĩnh vực khác nhau, đây là một tài liệu tốt để so sánh cải tiến nhằm giảm thiểu ô nhiễm tuy nhiên các hướng dẫn này được xây dựng từ các ngành công nghiệp ở Châu Âu do vậy khi áp dụng tại các khu vực khác cần phải có sự điều chỉnh cho phù hợp nhất là điều kiện vi khí hậu và các tiêu chuẩn được áp dụng trong sản xuất. Tóm lại các kỹ thuật đều có ưu nhược điểm riêng và có thể bổ sung cho nhau ví dụ như checklist bổ sung tốt cho BAT, Benchmark và đồng thời hướng dẫn BAT, Benchmark, walk through sẽ bổ sung cho HDP, chỉ số chất thải... để đạt được hiệu quả tối đa cần phải lựa chọn và kết hợp các phương pháp đánh giá.

### 3.1.2 Kỹ thuật đánh giá chi tiết

Các kỹ thuật này được áp dụng cho bước 2 và 3 của quy trình đánh giá SXSH. Kết quả rà soát cho thấy có 4 loại công cụ là phân tích CBVC-NL, phân tích PINCH, hướng dẫn BAT và phương pháp động não. Thứ nhất, phương pháp cân bằng VC-NL là phương pháp phổ biến được áp dụng trong đánh giá SXSH. Phương trình cân bằng vật chất tổng quát như sau [3]:

$$\text{Vào} + \text{sinh} - \text{ra} - \text{tiêu thụ} = \text{tích lũy}$$

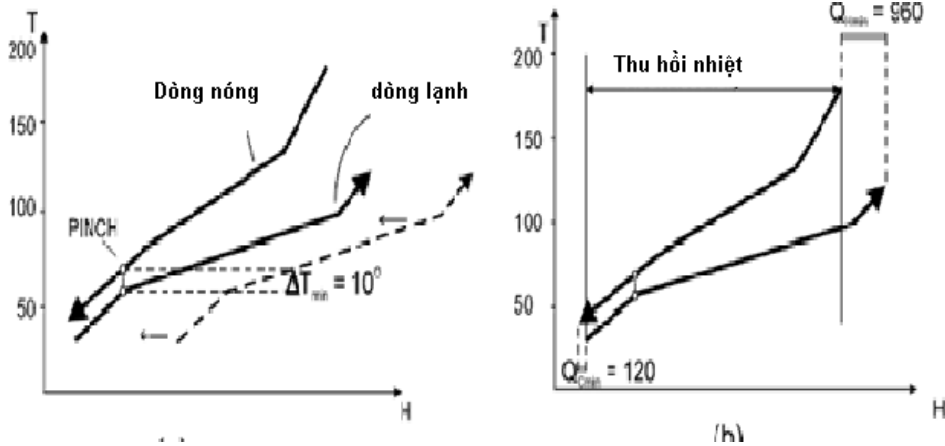
Phương trình cân bằng vật chất này có thể được đơn giản hóa trong ba tình huống như sau: nếu chỉ tính cân bằng khối lượng hoặc quá trình không có phản ứng hoá học thì 'sinh' và 'tiêu thụ' bằng không; Nếu hệ thống đang hoạt động ở điều kiện trạng thái ổn định thì 'tích lũy' bằng

không[22]. Phương pháp cân bằng khối lượng do đó là một phương tiện để kiểm soát quá trình, nó được dùng để đánh giá hiệu quả của quá trình, và xác định các dòng vật chất sẽ được phân tích giảm thiểu chất thải. Sự cân bằng năng lượng là một việc đơn giản hơn nữa của phương trình trên. Vì năng lượng không được tạo ra cũng không bị phá hủy, do đó phương trình cân bằng năng lượng như sau[22]:

$$\text{Tích lũy} = \text{Vào} - \text{ra}$$

Thứ hai, Phương pháp tích hợp quá trình (PINCH), được nghiên cứu và đưa ra bởi Linhoff năm 1978, đây là một phương pháp phân tích mang tính hệ thống, dựa trên nguyên lý nhiệt động học. Phương pháp này nhằm mục đích tiết kiệm năng lượng tiêu thụ trong quá trình sản

xuất[23] và trở thành phương pháp thiết kế mạng lưới hệ thống trao đổi nhiệt trong các nhà máy. Nguyên tắc của phương pháp này áp dụng cho quá trình nhiệt như sau: Dựa vào tính chất của các dòng nóng và lạnh trong quá trình sản xuất, xây dựng các đường biến thiên năng lượng (entapi) của dòng nóng và lạnh trên cùng 01 biểu đồ. Sau đó xác định chênh lệch nhiệt độ tối thiểu giữa 2 dòng (gọi là điểm PINCH) bằng cách tịnh tiến. Dựa vào sơ đồ này ta xác định được năng lượng tối thiểu cần thiết bổ sung từ hệ thống phụ trợ (utilities) (hình minh họa Hình 2). Bên cạnh ứng dụng cho lĩnh vực nhiệt, phân tích PINCH được áp dụng mở rộng cho quá trình tiết kiệm nước (water pinch analysis) nhằm thiết kế tối ưu mạng lưới cung cấp nước, giảm nước thải[24].



Hình 2. Sơ đồ phân tích PINCH (hình minh họa) [23]

Ngoài các phương pháp trên các hướng dẫn BAT cũng được sử dụng để đề xuất các giải pháp trong SXSH. Ngoài ra khi xác định các nguyên nhân và giải pháp thường áp dụng phương pháp động não để phát hiện các ý tưởng mới.

Kết quả rà soát cho thấy đối với nhóm kỹ thuật đánh giá chi tiết thì CBVC và NL là phương pháp quan trọng nó được lồng ghép để

hỗ trợ cho các phương pháp phân tích khác. Có thể nói CBVC-NL là cơ sở cho phân tích và đánh giá, hỗ trợ cho phương pháp phân tích PINCH, trong khi đó phương pháp động não được ứng dụng để phân tích các nguyên nhân, hướng dẫn BAT và Benchmark được ứng dụng để so sánh trường hợp cụ thể với các hướng dẫn BAT hoặc Benchmark để đề xuất và xây dựng các giải pháp cải tiến. Nhìn chung hướng dẫn BAT,

Benchmark kế thừa các kinh nghiệm sẵn có, động não dùng để phát triển các ý tưởng mới và các phương án thay thế. PINCH giảm thiểu ô nhiễm dựa trên cơ sở tích hợp các quá trình, đòi hỏi người đánh giá phải có trình độ và kiến thức nhất định, PINCH áp dụng cho quá trình nhiệt khá rõ ràng tuy nhiên tỷ lệ năng lượng được thu hồi phụ thuộc vào điểm PINCH và điểm này phụ thuộc rất nhiều vào kinh nghiệm thiết kế. Trong khi đó kỹ thuật phân tích PINCH áp dụng cho vật chất ban đầu được áp dụng cho ngành hóa chất để tối ưu quá trình trích ly sau đó được áp dụng cho quá trình sử dụng nước. Tuy nhiên áp dụng để tiết kiệm nước còn khó khăn nếu như không có giải pháp xử lý bổ sung. Nhìn chung khó khăn của phương pháp phân tích chi tiết là lượng dữ liệu cần thu thập nhiều và tính toán phức tạp do vậy mất nhiều thời gian.

**3.1.3 Phương pháp phân tích tính khả thi**

Các phương pháp này được áp dụng ở bước 4 của quy trình SXSH. Khi có nhiều giải pháp được đưa ra để giải quyết một vấn đề, một bài toán về giảm thiểu và ngăn ngừa ô nhiễm ta phải phân tích các phương án thay thế và lựa chọn

phương án phù hợp nhất. Phương pháp luận để chọn phương án tối ưu là áp dụng BAT. Hiện nay có nhiều phương pháp, công cụ để đề xuất BAT từ các phương án thay thế, hầu hết các phương pháp hiện có là tính toán các chỉ số (tiêu chí) về môi trường, kinh tế và xã hội. Trong đó công cụ để tính toán các chỉ số này là áp dụng LCA, phương pháp trọng số, phân tích dòng tiền tệ, chỉ số môi trường tích hợp, phân tích độ nhạy. Sau khi có kết quả tính toán sẽ tiến hành xếp hạng và lựa chọn phương án thay thế tốt nhất. Điển hình như Halim [8] đề nghị ứng dụng phương pháp tính chỉ số giảm thiểu chất thải của Smith và Khan để đánh giá các phương án thay thế. Phương pháp này đánh giá dựa vào các tiêu chí như: loại phương án ngăn ngừa ô nhiễm (giảm thiểu tại nguồn, tái chế, xử lý), tính dễ triển khai, phần trăm giảm thiểu, chi phí đầu tư, thời gian hoàn vốn, độ sâu của giải pháp. Công thức tính như sau:

$$WI = SR \times 10^{11} + R \times 10^{10} + EI \times 10^8 + PR \times 10^5 + CC \times 10^4 + (9 - PB) \times 10^3 + DS$$

Tiêu chí và trọng số dùng để đánh giá chỉ số giảm thiểu chất thải của dòng thải như bảng 2.

**Bảng 2.** Tiêu chí và trọng số được dùng để đánh giá chất thải [8]

STT	Tiêu chí	Trọng số	Hoạt động	Chỉ số
1	Loại ngăn ngừa ô nhiễm			
	Giảm thiểu tại nguồn (SR)	10 <sup>11</sup>		1
	Tái chế (R)	10 <sup>10</sup>		1
	Xử lý chất thải (WT)	10 <sup>9</sup>		1
2	Tính dễ triển khai (EI)	10 <sup>8</sup>	Thay đổi quy trình	5
			Cải tiến thiết bị	4
			Thiết bị mới	3
			Dung môi tinh khiết hơn	2
			Nguyên liệu phụ	1
3	Phần trăm giảm thiểu (PR)	10 <sup>5</sup>	0-100%	1
4	Chi phí đầu tư (CC)	10 <sup>4</sup>	Không có	5
			Thấp (<15.000\$)	4
			Trung bình (50.000<CC<50.000\$)	3



			Cao (15.000<CC<150.000\$)	2
			Rất cao(>150.000\$)	1
5	Thời gian hoàn vốn (PB)	10 <sup>3</sup>	0-9 năm	1
6	Độ sâu của giải pháp (DS)	1	Công ty điển hình	1.000
			Điển hình của EPA	100
			Báo cáo của tư vấn	10
			Lựa chọn khác	1

Một điển hình khác là Fija1 đề xuất sử dụng chỉ số môi trường tích hợp để đánh giá lựa chọn công nghệ sạch theo tiêu chí về môi trường, phương pháp này xây dựng chỉ số để đánh giá công nghệ theo 4 trường dữ liệu: nguyên liệu, năng lượng, sản phẩm, chất thải và đóng gói [25]. Sau đó xây dựng các chỉ số nguyên liệu  $W_s$ , chỉ số năng lượng  $W_e$ , chỉ số chất thải  $W_o$ , chỉ số sản phẩm  $W_p$  và chỉ số bao bì  $W_v$ . Sau khi có

các chỉ số trên, tiến hành tính chỉ số tích hợp theo công thức:

$$W_z = \sqrt{(W_s)^2 + (W_e)^2 + (W_o)^2 + (W_p)^2 + (W_v)^2}$$

Dựa vào kết quả đánh giá bằng điểm số để xếp hạng mức độ tác động môi trường của công nghệ sản xuất như bảng 3.

**Bảng 3.** Cách phân loại mức độ ảnh hưởng môi trường khi phân tích quá trình [25]

Mức độ ảnh hưởng	Giá trị chỉ số môi trường tích hợp
Rất thấp	<25
Thấp	25-50
Trung bình	51-100
Cao	101-200
Rất cao	>200

Bên cạnh BAT hiện nay có xu hướng áp dụng các công cụ Phân tích đa tiêu chí (MCA) để hỗ trợ ra quyết định như AHP, MAUT, PROMETHEE, ELECTRE, TOPSIS,... và có rất nhiều công trình ứng dụng MCA trong các lĩnh vực năng lượng, chất thải, quy trình công nghệ[26]. Trong nhóm các phương pháp MCA thì AHP là được áp dụng phổ biến nhất[26,27]. Chỉ có một số ít nghiên cứu để hỗ trợ ra quyết định trong việc lựa chọn phương án tốt nhất gần với quá trình lựa chọn phương án SXSH đã được công bố như xây dựng phương pháp chuyên gia

để đề xuất công cụ hỗ trợ ra quyết định trong đánh giá lựa chọn công nghệ sậy ngành thực phẩm[27].

Nhìn chung xu hướng phân tích tính khả thi hiện nay là phân tích tổng hợp các tiêu chí gồm kỹ thuật, kinh tế, xã hội và môi trường. Để đánh giá định lượng và chi tiết các bộ tiêu chí này sẽ gặp rất nhiều khó khăn nếu có nhiều phương án thay thế. Phần lớn sử dụng phương pháp chuyên gia để đánh giá (cho điểm, trọng số,...), đây là phương pháp đơn giản và tiết kiệm nhất tuy

nhiên sẽ gặp sai số lớn nếu lựa chọn chuyên gia không phù hợp.

### **3.1.4 Kỹ thuật đánh giá hiệu quả triển khai SXSH**

Công cụ này được áp dụng ở bước 5 của quy trình SXSH nhằm giám sát hiệu quả triển khai các giải pháp. Quan trọng để giám sát mục tiêu liên quan đến việc đo lường mức tiêu thụ nguyên liệu và các phụ trợ (chẳng hạn như nước và năng lượng) như một hàm của một quá trình là một kỹ thuật hữu ích để xác định các cơ hội giảm thiểu chất thải, trong đó có nhiều mục tiêu, chẳng hạn như tiêu thụ năng lượng[18]. Các bước tiếp theo là quan trọng và đặt ra mục tiêu bao gồm xác định mức độ hiệu quả của một công ty, thiết lập định mức sử dụng của một tài nguyên cụ thể đồng thời quan trọng liên tục và ghi nhận các kết quả đạt được từ các quá trình[17]. Giám sát và phân tích mục tiêu thường đạt được thông qua việc sử dụng các chương trình giám sát chuyên ngành và phần mềm[28]. Trong sản xuất thường sử dụng biểu đồ để giám sát kết quả thực hiện[18], biểu đồ điển hình thường được sử dụng là đồ thị xu hướng và đồ thị XY phân tán.

### **3.1.5 Kỹ thuật và phương pháp duy trì SXSH**

Trong đánh giá SXSH thì bước 6 giúp cho quá trình SXSH được đảm bảo liên tục phát triển và hiệu quả. Các chương trình SXSH bản thân nó không đảm bảo quá trình liên tục, muốn các hoạt động được liên tục thì phải có các hệ thống quản lý[29]. Do vậy ngoài các nghiên cứu về kỹ thuật đánh giá, để nâng cao hiệu quả triển khai, áp dụng và duy trì SXSH một số tác giả nghiên cứu ứng dụng các công cụ quản lý khác để tích hợp với SXSH như: tích hợp SXSH với LCA và quản lý năng lượng trong hệ thống quản lý môi trường ISO 14001[30]; tích hợp với hạch toán quản lý môi trường[31], tích hợp với tiết kiệm năng lượng, công cụ quản lý chất lượng[32]. Nhìn chung SXSH nếu triển khai đơn lẻ sẽ không đạt được sự bền vững và cần tích hợp với các hệ

thống quản lý tiêu chuẩn như quản lý chất lượng, quản lý môi trường, an toàn và sức khỏe đều có cùng mục đích cải tiến liên tục để đạt các kết quả tốt hơn lúc bắt đầu, tương tự SXSH cũng là quá trình cải tiến liên tục do đó SXSH cần tích hợp với các hệ thống quản lý này để đảm bảo được mục tiêu cải tiến liên tục[29,32,33].

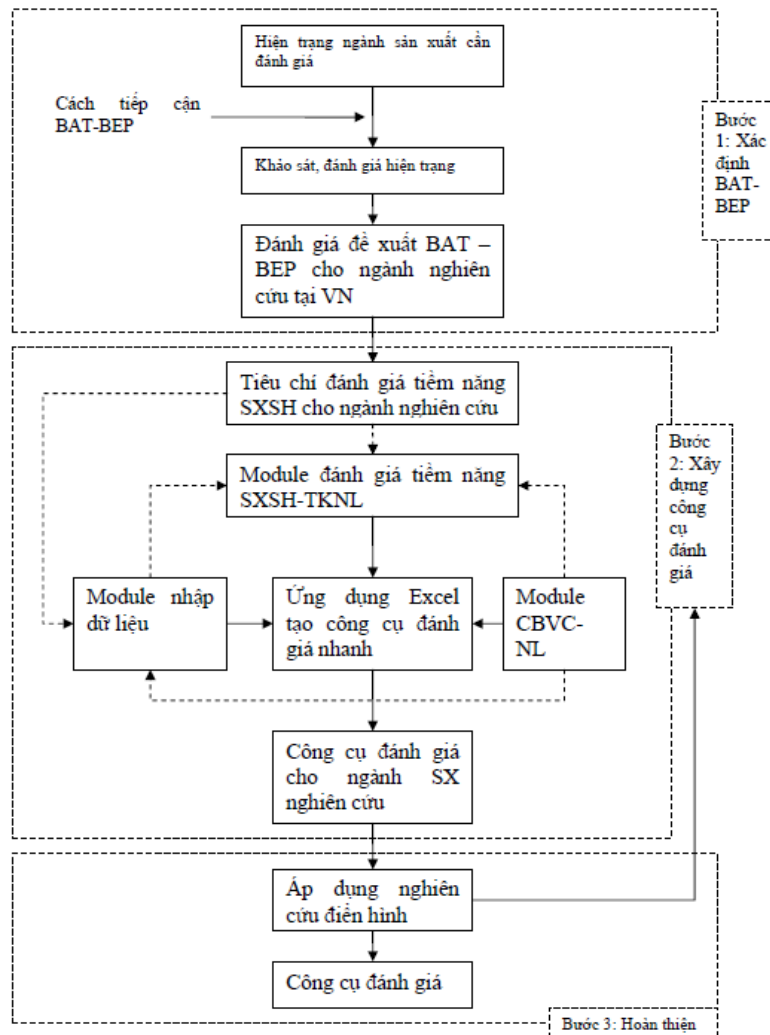
### **3.2 Đề xuất quy trình xây dựng phương pháp tích hợp đánh giá SXSH định hướng áp dụng tại Việt Nam**

Kết quả ở nội dung 3.1 cho thấy có nhiều phương pháp đã được nghiên cứu và công bố trong lĩnh vực đánh giá giảm thiểu ô nhiễm cũng như SXSH. Quy trình đánh giá SXSH phổ biến hiện nay gồm có 6 bước, tương ứng với mỗi bước có nhiều phương pháp, kỹ thuật đánh giá có thể áp dụng. Các phương pháp được sử dụng trong đánh giá SXSH và giảm thiểu ô nhiễm từ sơ bộ đến chi tiết ở trên cho thấy được vai trò của từng phương pháp. Phương pháp đánh sơ bộ có ưu điểm nhanh, giúp giảm thiểu thời gian, tiền bạc cho quá trình đánh giá chi tiết. Trong khi đó, đánh giá chi tiết sẽ cho thấy được tính khả thi về kinh tế, kỹ thuật và môi trường tuy nhiên cần phải có đầy đủ số liệu nên mất nhiều thời gian, công sức và đòi hỏi phải có chuyên gia trong lĩnh vực đánh giá. Trong nhóm phương pháp đánh giá sơ bộ thì phương pháp benchmark cho thấy được tiềm năng SXSH rõ ràng, do các giải pháp này đã được thực hiện và có hiệu quả nhất định do vậy giảm thiểu được khá nhiều công sức do giải pháp hoàn toàn khả thi về kinh tế, kỹ thuật và môi trường. Trong nhóm các phương pháp Benchmark thì BAT-BEP tỏ ra là công cụ mạnh trong giảm thiểu ô nhiễm và TKNL. Thực tế cho thấy để xây dựng được hướng dẫn BAT cho 01 ngành đòi hỏi phải phân tích, đánh giá chi tiết vì thế có thể xem BAT là một phương pháp đánh giá chi tiết, tuy nhiên khi có bộ hướng dẫn BAT thì nó lại đóng vai trò là phương pháp đánh giá nhanh, sơ bộ để xác định tiềm năng của đối

tượng cần đánh giá. Người đánh giá chỉ cần so sánh hướng dẫn BAT với trường hợp cụ thể và đề xuất các giải pháp cải tiến. Hầu hết các giải pháp BAT là khả thi về kỹ thuật, kinh tế và môi trường nên áp dụng BAT sẽ giảm thiểu được thời gian, công sức trong quá trình đánh giá.

Việt Nam đã tham gia và triển khai nhiều dự án liên quan đến SXSH và đã tạo được cơ sở pháp lý, cơ chế chính sách để thúc đẩy SXSH. Đồng thời đã đào tạo được mạng lưới chuyên gia độc lập có trình độ và kinh nghiệm trong triển khai SXSH tuy nhiên lực lượng này còn ít. Trong khi đó lực lượng cán bộ tư vấn SXSH-TKNL tại địa phương (các Sở Công thương) chỉ được đào tạo qua các khoá đào tạo ngắn hạn vì vậy còn thiếu kinh nghiệm, trình độ chuyên sâu. Do đó phương pháp đánh giá nhanh đặc thù dành cho từng ngành được tạo lập thành hướng dẫn, công cụ như hướng dẫn BAT-BEP, phần mềm chuyên

ngành sẽ phù hợp với lực lượng đánh giá, tư vấn SXSH ở các địa phương. Xây dựng cơ sở dữ liệu BAT-BEP là một nhiệm vụ cần thực hiện để nâng cao hiệu quả SXSH, giảm thiểu ô nhiễm được nêu trong đề án SXSH trong công nghiệp ở VN. Mặc dù phương pháp BAT được ứng dụng để giảm thiểu ô nhiễm (và đánh giá tiềm năng giảm thiểu ô nhiễm) thành công trên thế giới tuy nhiên hiện nay chưa được áp dụng tại Việt Nam. Hiện nay Ủy ban châu Âu đã xây dựng 33 hướng dẫn BAT cho khu vực các nước Châu Âu (nơi có trình độ KH&CN và quản lý tốt) Việt Nam có thể tham khảo trong sản xuất công nghiệp tuy nhiên cần phải xem xét tính khả thi trong điều kiện VN. Để khắc phục các hạn chế đó, nghiên cứu này đề xuất quy trình kết hợp các phương pháp đánh giá đã được công bố để xây dựng công cụ đánh giá SXSH trên nền tảng BAT-BEP như hình 3.



Hình 3. Quy trình xây dựng công cụ đánh giá SXSH tích hợp giữa BAT-BEP và phương pháp CBVC-NL cho một ngành công nghiệp

#### 4. KẾT LUẬN

Quy trình đề xuất áp dụng để xây dựng phương pháp đánh giá SXSH phù hợp trong điều kiện Việt Nam như hình 3 là các phương pháp đánh giá đã được áp dụng trong các nghiên cứu về giảm thiểu ô nhiễm và SXSH trong công nghiệp. Áp dụng tích hợp các phương pháp này sẽ đánh giá được tổng thể tiềm năng SXSH một cách khoa học, tạo lập được các dự án giảm thiểu đáng tin cậy nhằm thu hút nhà đầu tư triển khai thực hiện góp phần giảm thiểu ô nhiễm đồng thời phương pháp đánh giá nhanh được tạo thành sẽ

khắc phục được một phần hạn chế về trình độ của lực lượng thực hiện SXSH địa phương. Quy trình này cần phải được áp dụng điển hình mới có thể minh chứng được tính hiệu quả của phương pháp đề xuất. Ngoài ra quá trình rà soát các kỹ thuật đánh giá hiện có cho thấy hiện nay còn các khoảng trống cần phát triển như: (1) thiếu kỹ thuật đánh giá định lượng hoặc bán định lượng nội bộ để xác định xem tiềm năng SXSH từ quá trình quản lý nội bộ vì không phải ngành nào cũng có dữ liệu để so sánh do vậy muốn đánh giá

xem hoạt động của nhà máy là ổn định hay tối ưu hay không so với công nghệ đang sở hữu là vấn đề mới và trong lĩnh vực học thuật chưa có công cụ để đánh giá khía cạnh này, (2) Hiện nay chưa có phương pháp xác định điểm PINCH cho các quá trình vì nó phụ thuộc vào chi phí nguyên vật liệu, giá năng lượng,... kỹ thuật PINCH áp dụng cho nước chỉ chú trọng tới tiết kiệm lưu lượng, mà chưa chú trọng đúng mức đến tải lượng chất ô nhiễm có trong nước, (3) phương pháp đánh giá đa tiêu chí dựa vào ý kiến chuyên gia dễ gặp sai

số do vậy cần có phương pháp đánh giá định lượng để tích hợp vào phương pháp phân tích đa tiêu chí như AHP, (4) phân tích kinh tế chưa đánh giá lợi ích từ giảm thiểu chất thải (chỉ đánh giá từ tiết kiệm tài nguyên, giảm chi phí vận hành) do vậy đối với tính kinh tế cần đưa các tiêu chí tài chính bổ sung từ giảm thiểu ô nhiễm vào trong đánh giá, lựa chọn giải pháp.

*Lời cảm ơn: Tác giả xin chân thành gửi lời cảm ơn đến Bộ Giáo dục và đào tạo đã hỗ trợ kinh phí thông qua đề án 911 để thực hiện nghiên cứu này.*

## Study on available methods using for Cleaner production assessment and potential application in Viet Nam

- Tran Van Thanh
- Le Thanh Hai

Institute for Environment and Resources - VietNam National University – HCM City

### ABSTRACT:

*The effectiveness of cleaner production assessment (CPA) depends on assessment methods, and during recent time, the scientists have proposed and developed various assessment methods for Cleaner production, however, the methods have not been studied systematically, especially for the potential application in Vietnam's condition. This study conducts a desktop review on the available methods using for CPA. In this study, the CPA methods are presented and arranged in the order of the cleaner production procedures and*

*divided into five groups: (1) pre-assessment methods for identifying cleaner production focus, (2) assessment methods for generating CP options, (3) feasibility study methods for selection CP options, (4) assessment methods for implementation phase, and (5) methods for CP continuing. On the basis of the advantages and disadvantages of these methods, the study proposes an integrated methods for CPA which are applicable to enhance effectiveness of CPA in industry in Vietnam.*

**Keywords:** *assessment method, Cleaner production, pollution prevention, tool, assessment technique.*

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] C.W.M. van Berkel, Comparative evaluation of cleaner production working methods, *Journal of Cleaner Production*, 2, 139-152 (1994).
- [2] Ralph A. Luken, A programmatic review of UNIDO/UNEP national cleaner production centres, *Journal of Cleaner Production*, 12, 195-205 (2004).
- [3] Paula A Blomquist, A review of the pre-assessment and assessment techniques used in waste minimisation audits, *Water SA*, 30, 131-141 (2004).
- [4] E. Avşar, Cleaner production opportunity assessment study in SEKA Balıkesir pulp and paper mill, *Journal of cleaner production*, 16, 422-431 (2008).
- [5] A.Özbay, Cleaner production opportunity assessment for a milk processing facility, *Journal of Environmental Management*, 84, 484-493 (2007).
- [6] COWI Consulting Engineers and Planners AS, cleaner production assessment in meat processing, [www.unep.fr/shared/publications/pdf/2482-CPmeat.pdf](http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/2482-CPmeat.pdf), truy cập ngày 27/5/2014
- [7] Arnesh Telukdarie, The importance of assessment tools in promoting cleaner production in the metal finishing industry, *Journal of Cleaner Production*, 14, 1612-1621 (2006).
- [8] Halim and Srinivasan, Systematic Waste Minimization in Chemical Processes. 1. Methodology, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 41, 196-207 (2002).
- [9] DOUGLAS JM, Process synthesis for waste minimization. *Ind. Eng. Chem. Res.*, 31, 238-243 (1992).
- [10] Mizsey, Waste reduction in the chemical industry: a two level problem, *Journal of Hazardous Materials*, 37, 1-13 (1994).
- [11] Russell F. Dunn, Using process integration technology for CLEANER production, *Journal of Cleaner Production*, 9, 1-23 (2001).
- [12] Mulholland and Dyer (1999), được trích dẫn bởi được trích dẫn bởi Paula A Blomquist, A review of the pre-assessment and assessment techniques used in waste minimisation audits, *Water SA*, 30, 131-141 (2004).
- [13] Mulholland and Dyer (2001), được trích dẫn bởi Paula A Blomquist, A review of the pre-assessment and assessment techniques used in waste minimisation audits, *Water SA*, 30, 131-141 (2004).
- [14] Halim and Srinivasan, Systematic Waste Minimization in Chemical Processes. 2. Intelligent Decision Support System, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 41, 208-219 (2002).
- [15] Kothuis (2002) được trích dẫn bởi Paula A Blomquist, A review of the pre-assessment and assessment techniques used in waste minimisation audits, *Water SA*, 30, 131-141 (2004).
- [16] Hawkey (1992) được trích dẫn bởi Paula A Blomquist, A review of the pre-assessment and assessment techniques used in waste minimisation audits, *Water SA*, 30, 131-141 (2004).
- [17] Phillips và cộng sự (2002) được trích dẫn bởi Paula A Blomquist, A review of the pre-assessment and assessment techniques used in waste minimisation audits, *Water SA*, 30, 131-141 (2004).
- [18] Barclay và Buckley, A Waste Minimisation Guide for the Textile Industry. The Pollution Research Group, Water Research Commission, WRC Report (2000).
- [19] Lê Thanh Hải, Nghiên cứu áp dụng kết hợp Kỹ thuật sản có tốt nhất (BAT) và Thực tế môi trường tốt nhất (BEP) để đánh giá hiện

- trạng và tiềm năng ngăn ngừa ô nhiễm công nghiệp của ngành sản xuất bia tại TP.HCM và Việt Nam, đề tài cấp bộ, Viện Môi trường và Tài nguyên (2010).
- [20] Roger Dijkmans, Methodology for selection of best available techniques (BAT) at the sector level, *Journal of Cleaner Production*, 8, 11–21 (2000).
- [21] C. Visvanathan, Issues for better implementation of cleaner production in Asian small and medium industries, *Journal of Cleaner Production*, 7, 127–134 (1999).
- [22] Felder RM and Rousseau RW (1999) được trích dẫn bởi Paula A Blomquist, A review of the pre-assessment and assessment techniques used in waste minimisation audits, *Water SA*, 30, 131-141 (2004).
- [23] Linnhoff B., introduction pinch technology, Linnhoff March (1998).
- [24] S. R. Wan Alwi et al, A Systematic Technique for Design of Minimum Water Network, Proceedings of the 1st International Conference on Natural Resources Engineering & Technology; Putrajaya, Malaysia, 608-615 (2006).
- [25] Tadeusz Fijał, An environmental assessment method for cleaner production technologies, *Journal of Cleaner production*, ISSN: 0959-6526 (2005).
- [26] Ivy B. Huang, Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends, *Science of the Total Environment*, 409, 3578–3594 (2011).
- [27] Huyen, Do Thi Thu, A decision support framework considering sustainability for the selection of thermal food processes, *Journal of Cleaner Production*, doi: 10.1016/j.jclepro.2014.04.044 (2014) .
- [28] Cheeseman và Phillips, The Northamptonshire Resource Efficiency Project: the exit strategy, *Resources, Conservation and Recycling*, 32, 203–226 (2001).
- [29] Gerard I.J.M. Zwetsloot, Improving cleaner production by integration into the management of quality, environment and working conditions, *Journal of cleaner production*, 3, 61-66 (1995).
- [30] Dainius Januškevičius, Valeras Kildišas, Audun Amundsen, Integration of Cleaner Production, Environment and Energy Management Systems, *Journal of Environmental research, engineering and management*, 2, 3-11 (2003).
- [31] Đỗ Thị Thu Huyền, Hải-Lê Thanh “Phương pháp luận mới lồng ghép hạch toán quản lý môi trường (EMA) và đánh giá sản xuất sạch hơn (CPA) hướng tới kiểm soát hiệu quả ô nhiễm công nghiệp”, *Tạp chí phát triển KHCN*, 14, 15-26 (2012).
- [32] Diogo Aparecido Lopes Silva, Quality tools applied to Cleaner Production programs: a first approach toward a new methodology, *Journal of Cleaner Production*, 47, 174-187 (2013).
- [33] Gudolf Kjaerheim, Cleaner production and sustainability, *Journal of Cleaner Production*, 13, 329-339 (2005).