

Đề xuất khung công cụ đánh giá nhanh sản xuất sạch hơn lồng ghép tiết kiệm năng lượng: điển hình ngành sản xuất kim loại

Nguyễn Thị Phương Thảo, Lê Quốc Vĩ, Trần Văn Thanh, Trần Thị Hiệu và Lê Thanh Hải

Tóm tắt—Mục tiêu của bài báo này là đề xuất khung nội dung công cụ hỗ trợ đánh giá nhanh Sản xuất sạch hơn (SXSH) lồng ghép tiết kiệm năng lượng (TKNL) cho doanh nghiệp. Trên cơ sở tích hợp các phương pháp như kỹ thuật sẵn có tốt nhất, phân tích sơ đồ quy trình công nghệ, cân bằng vật chất năng lượng nghiên cứu này đề xuất khung công cụ đánh giá nhanh bao gồm 3 module chính: Module “Nhập dữ liệu”, “Cân bằng vật chất năng lượng” và “Đánh giá tiềm năng TKNL-SXSH”. Thông qua áp dụng điển hình, một công cụ đánh giá SXSH lồng ghép TKNL cho nhà máy sản xuất kim loại được phát triển. Kết quả áp dụng điển hình vào nhà máy cho thấy kết quả cân bằng vật chất và năng lượng được thể hiện đầy đủ trên quy trình sản xuất đồng thời xác định được các đối tượng cần phải cải tiến. Cụ thể đã xác định 150 đối tượng hay vị trí cần phải cải tiến trong đó có 16 đối tượng liên quan đến quá trình nhiệt, các đối tượng còn lại liên quan đến động cơ điện. Tương ứng với mỗi đối tượng này là các giải pháp đề xuất. Hạn chế của công cụ này là chưa đánh giá được chi phí đầu tư cũng như thời gian hoàn vốn của các giải pháp do vậy nghiên cứu trong thời gian tới cần đưa ra giải pháp để khắc phục nhược điểm này.

Từ khóa—khung, ngành kim loại, phương pháp, Sản xuất sạch hơn, tiết kiệm năng lượng.

1 MỞ ĐẦU

Áp dụng sản xuất sạch hơn (SXSH) hiệu quả sẽ mang lại những lợi nhuận đáng kể cho doanh nghiệp như: giảm việc sử dụng các nguyên liệu vật liệu, giảm phát thải chất thải (khí thải, nước thải, chất thải rắn) [1]. Tương tự như vậy, trong sản xuất, kiểm toán năng lượng có vai trò to lớn trong việc hỗ trợ doanh nghiệp nắm rõ hiện trạng sử dụng và quản lý năng lượng. Hiện nay trên thế giới đã có nhiều phần mềm hỗ trợ kiểm toán nhanh năng lượng tuy nhiên chưa có cho đánh giá sản xuất sạch hơn. Một số nghiên cứu và ứng dụng công cụ kiểm toán năng lượng điển hình như bộ công cụ hỗ trợ phần mềm BizEE Benchmark được thiết kế cho kiểm toán năng lượng nhanh, tập trung vào cắt giảm đáng kể thời gian cần để đánh giá mức tiêu thụ năng lượng của một doanh nghiệp và tiềm năng tiết kiệm năng lượng [2], phần mềm BizEE Pro là phần mềm chuyên nghiệp kiểm toán năng lượng với mục tiêu chính là để hỗ trợ các chuyên gia trong việc đánh giá và đề xuất các biện pháp tiết kiệm năng lượng cụ thể, BizEE Pro là phần mềm kiểm toán năng lượng chuyên nghiệp có thể được thực hiện nhanh hơn, và cải thiện độ chính xác [2]. Bên cạnh đó còn có nhiều phần mềm khác như Quick Plant Energy Profiler [3], Steam System Assessment Tool (SSAT) [4], Process Heating Assessment and Survey Tool [5]. Tại Việt Nam cũng đã có một vài nghiên cứu về công cụ đánh giá nhanh như công cụ đánh giá nhanh kiểm toán năng lượng cho ngành sản xuất cơm dừa nạo sấy được xây dựng trên nền Excel [6]. Kết quả của công cụ cung cấp cho doanh nghiệp nhiều thông tin hữu ích để xác định trọng tâm kiểm toán năng lượng cho bước kiểm toán chi tiết tiếp theo. Bộ công cụ đánh

Bài nhận ngày 09 tháng 05 năm 2017, nhận đăng ngày 05 tháng 07 năm 2017.

Nguyễn Thị Phương Thảo, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM (email: phuongthaoier@gmail.com)

Lê Quốc Vĩ, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM (email: lequocvi@yahoo.com)

Trần Văn Thanh, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM (email: thanhvoco@yahoo.com)

Trần Thị Hiệu – Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM (email: hieutranenvi@gmail.com)

Lê Thanh Hải, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM (email: haile3367@yahoo.com).

giá nhanh (toolkit) phục vụ kiểm toán năng lượng (energy auditing) cho ngành bia” của Giàu [7] cũng được xây dựng bằng bảng tính Excel, người dùng chỉ cần thực hiện đo đạc rồi nhập các số liệu vào bảng tính theo từng mục yêu cầu, bảng tính sẽ tự động xuất ra kết quả về tình hình sử dụng năng lượng tại nhà máy, so sánh với định mức sử dụng của ngành, từ đó giúp doanh nghiệp có cái nhìn rõ ràng và có những biện pháp khắc phục, tiết kiệm năng lượng (TKNL) tối ưu.

Việc lồng ghép giữa SXSH và TKNL đã và đang được các nhà nghiên cứu trong và ngoài nước quan tâm. Một số hướng dẫn đã được ban hành và một vài nghiên cứu đã được thực hiện, cụ thể như: “Chương trình môi trường của Liên Hiệp Quốc (UNEP)” đã xây dựng tài liệu “Hướng dẫn lồng ghép sản xuất sạch hơn và sử dụng năng lượng hiệu quả” [8] hoặc “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” [9]. Xây dựng bộ công cụ mới hướng tới mục tiêu thực hiện dễ dàng cho người sử dụng là các cơ quan đánh giá sản xuất sạch hơn - kiểm toán năng lượng, đối tượng cần quan tâm nhất vẫn là doanh nghiệp.

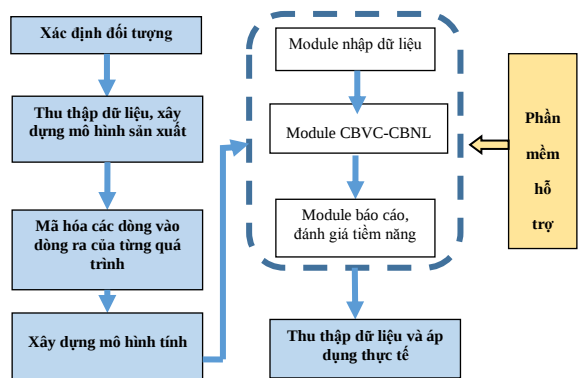
Trong đánh giá SXSH và kiểm toán năng lượng thì thiết lập CBVC và năng lượng là công việc quan trọng nhất, tuy nhiên hiện nay chưa có công cụ nào có thể hỗ trợ thiết lập cân bằng vật chất (CBVC) và cân bằng năng lượng (CBNL) chi tiết trên sơ đồ quy trình công nghệ. Do vậy việc đề xuất một công cụ hỗ trợ trong việc đánh giá lồng ghép SXSH và kiểm toán năng lượng có thể xuất kết quả CBVC và CBNL trên sơ đồ quy trình sản xuất của nhà máy cũng như việc đánh giá và đề xuất các giải pháp là vấn đề mới và rất cần thiết để hỗ trợ các doanh nghiệp trong việc cải tiến sản xuất hướng tới sử dụng hiệu quả tài nguyên và giảm thiểu phát thải. Nghiên cứu này với mục tiêu đề xuất quy trình cũng như phương pháp xây dựng công cụ hỗ trợ để đáp ứng yêu cầu trên.

Ngoài ra, ngành sản xuất kim loại là ngành tiêu thụ nhiều năng lượng cũng như có nhiều tác động tới môi trường. Trong thời gian qua đã có nhiều nghiên cứu về ngành này điển hình như từ chia sẻ kinh nghiệm kiểm toán năng lượng [10] đến đánh giá phát thải CO₂ [11-13] và đánh giá hiệu quả sử dụng năng lượng [13, 14] cũng như các khía cạnh tác động môi trường [15]. Các kết quả nghiên cứu cho thấy Mỹ và Trung Quốc là hai nước phát thải CO₂ nhiều nhất trong lĩnh vực kim loại [16]. Ngành này phát thải CO₂ từ 0,44 đến 1,03 tấn C/tấn sản phẩm [16]. Các nghiên cứu trên chủ yếu liên quan

đến các nước như Mỹ, Trung Quốc, Ý, Nhật, Hàn,... và các chủ đề chủ yếu là về đánh giá phát thải, môi trường chưa có nghiên cứu về ngành sản xuất kim loại và các sản phẩm từ kim loại ở Việt Nam nhất là về công cụ đánh giá tích hợp SXSH-TKNL do vậy nghiên cứu này chọn ngành sản xuất này làm đối tượng nghiên cứu điển hình.

2 KHUNG CÔNG CỤ HỖ TRỢ ĐÁNH GIÁ SXSH VÀ TIẾT KIỂM NĂNG LƯỢNG CHO NHÀ MÁY SẢN XUẤT CÔNG NGHIỆP

Kế thừa những nghiên cứu đã thực hiện về các công cụ đánh giá nhanh SXSH và TKNL, kết hợp với thực tiễn, nhóm tác giả đã đề xuất quy trình xây dựng và khung bộ công cụ đánh giá nhanh SXSH lồng ghép TKNL như hình 1.



Hình 1. Quy trình xây dựng và khung nội dung công cụ đánh giá nhanh SXSH lồng ghép TKNL

Ở sơ đồ trên, việc hình thành khung công cụ dựa vào phương pháp cân bằng vật chất và năng lượng của từng quá trình, bao gồm các bước cụ thể như sau:

Bước 1- Thu thập dữ liệu xây dựng mô hình sản xuất của nhà máy: Mục tiêu của bước này là thiết lập một sơ đồ sản xuất chi tiết với đầy đủ các dòng vào và ra. Nghiên cứu này đề xuất xây dựng sơ đồ quy trình trên phần mềm Excel để dễ sử dụng và tính toán;

Bước 2- Mã hóa các dòng vào và ra: Các dòng vào và ra của từng quá trình được mã hóa để thuận lợi cho việc tính toán và định danh các dòng. Nghiên cứu này đề xuất sử dụng các số thứ tự từ 1, 2... để mã hóa theo trình tự từ trái qua phải và từ trên xuống dưới. Đối với cân bằng vật chất, tại vị trí mỗi dòng được mã hóa ta đặt trên trường cho ô tính là $m_1, m_2, \dots$ đối với cân bằng năng lượng là $e_1, e_2, \dots$

Bước 3- Xây dựng mô hình tính toán cân bằng vật chất và năng lượng: dựa vào đặc điểm của từng quá trình ta thiết lập công thức tính toán cho từng dòng vật chất và năng lượng;

Bước 4- Xây dựng hệ thống/module nhập dữ liệu: dựa vào các công thức tính toán đã thiết lập ở bước 3 để xác định các thông tin cần thiết cho quá trình tính toán.

Bước 5- Xây dựng Module CBVC-CBNL: Quy trình công nghệ sản xuất được thiết kế dạng sơ đồ trên nền Excel, thể hiện đầy đủ và chi tiết các dòng vào và ra tại từng công đoạn, tiến hành đánh số thứ tự cho các dòng vào, dòng ra. Kết hợp việc áp dụng phần mềm Lingo để xây dựng thuật toán tính toán các dòng vật chất – năng lượng và xuất giá trị tính toán trở lại sơ đồ trên nền Excel xây dựng ban đầu. Xây dựng thuật toán, phương pháp tính toán được thực hiện cho các dòng vật chất, năng lượng của từng quá trình. Trong quá trình cân bằng vật chất năng lượng cần sử dụng các công thức tính toán năng lượng của khối sinh ra từ quá trình đốt nhiên liệu, hơi tổn thất do rò rỉ và bốc hơi, tổn thất nhiệt từ đường ống, năng lượng của dòng lỏng và rắn, tổn thất điện kháng, tiềm năng tiết kiệm điện kháng, tiềm năng tiết kiệm điện từ chiếu sáng, tiềm năng tiết kiệm điện từ các động cơ điện đã được đề xuất bởi Thanh và cộng sự (2011) [6] và tính toán hiệu suất năng lượng của lò hơi được hướng dẫn chi tiết tại “TCVN 8630:2010 Nồi hơi- Hiệu suất năng lượng và phương pháp thử”.

Bước 6- xây dựng Module đánh giá tiềm năng SXSH-TKNL: Dựa vào hệ thống benchmark được thiết lập từ các kỹ thuật sẵn có tốt nhất, thực tiễn môi trường tốt nhất cũng như các giải pháp khác từ tổng quan tài liệu. Trong đó phần lớn các giải pháp về năng lượng như motor, nhiệt, bơm, máy nén được tham khảo từ các hướng dẫn của US Department of Energy [17]. Module này có nhiệm vụ so sánh giữa thực tế nhà máy (lấy thông tin từ CBVC-CBNL và các số liệu từ hệ thống nhập số liệu) để đánh giá xác định các điểm không phù hợp và các giải pháp tương ứng.

Trong nghiên cứu này, các quá trình tính toán, nhập xuất dữ liệu được lập trình bằng phần mềm Lingo 9.0 [18] để tính toán cũng như trích xuất dữ liệu từ Excel. Lingo có 2 chức năng chính: Trích dữ liệu từ Excel (lấy dữ liệu từ Excel để tính toán);

Tính toán (Tính toán cân bằng vật chất và năng lượng của từng quá trình); Xuất dữ liệu (xuất dữ liệu vào các module CBVC, CBNL cũng như báo cáo sơ bộ kết quả).

3 ÁP DỤNG XÂY DỰNG CÔNG CỤ HỖ TRỢ ĐÁNH GIÁ SXSH VÀ TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG CHO NHÀ MÁY SẢN XUẤT KIM LOẠI ĐIỀN HÌNH

3.1 Mô tả đối tượng nghiên cứu

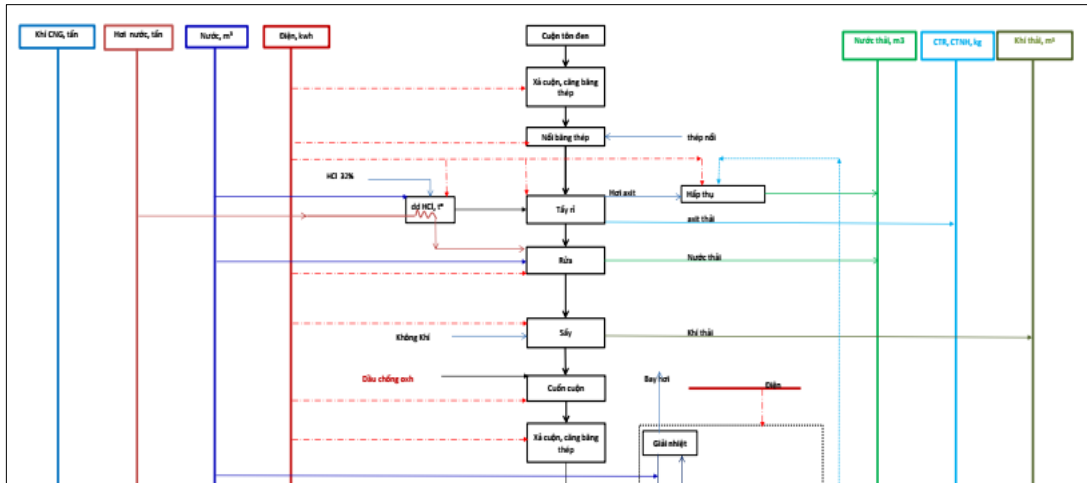
Theo số liệu thống kê năm 2015, toàn tỉnh Bình Dương có 217 doanh nghiệp trong danh sách cơ sở sử dụng năng lượng trọng điểm [19], trong đó ngành sản xuất kim loại có 37 cơ sở chiếm tỷ lệ cao nhất trong các ngành. Nhà máy thép Nam Kim tại tỉnh Bình Dương với công suất trung bình 300 tấn/ngày là một nhà máy thuộc danh mục này, tiêu thụ 11.738 tấn dầu tương đương/năm. Nhà máy chuyên sản xuất các sản phẩm tôn (tôn cán nguội, tôn mạ kẽm, tôn mạ màu), với quy trình sản xuất gồm quy trình tẩy rửa, quy trình cán, quy trình mạ kẽm khổ nhỏ, quy trình mạ nhôm kẽm khổ lớn, quy trình mạ màu. Trong quá trình sản xuất có sử dụng nguyên liệu tôn, hợp kim nhôm kẽm, kẽm, CNG, CrO_3 ,... Đây chính là quy trình sản xuất điển hình và đại diện cho nhóm ngành sản xuất kim loại của tỉnh Bình Dương.

3.2 Xây dựng công cụ hỗ trợ đánh giá SXSH và kiểm toán năng lượng

Kết quả của từng bước xây dựng công cụ như sau:

Bước 1: Thu thập dữ liệu xây dựng mô hình sản xuất của nhà máy

Sau khi chọn đối tượng nghiên cứu điển hình là Nhà máy thép Nam Kim, nhóm tác giả tiến hành khảo sát đối tượng, tìm hiểu về quy trình sản xuất của nhà máy và thiết lập sơ đồ quy trình công nghệ sản xuất của nhà máy trên nền Excel như hình 2. Trong sơ đồ này các quá trình sản xuất ở vị trí trung tâm, các quá trình được xếp theo trình tự từ trên xuống dưới. Các dòng phụ trợ như điện, nước và gas được bố trí bên trái quy trình, chất thải, năng lượng thải được bố trí bên phải quy trình. Tất cả quá trình với dòng vào và dòng ra được thể hiện đầy đủ trên 01 sheet Excel.



Hình 2. Mô hình sản xuất của Nhà máy Nam Kim trên Excel (trích một phần)

Bước 2: Mã hóa các dòng vật chất và năng lượng trong quá trình sản xuất

Dựa vào mô hình sản xuất của Nhà máy thép Nam Kim như hình 2, các dòng của quá trình sản xuất được mã hóa như hình 3. Đồng thời từ mô hình sản xuất này các mã hóa để phục vụ cân bằng vật chất và năng lượng cũng được thực hiện (ví dụ như khối lượng của dòng 1 được ký hiệu là m_1 , năng lượng được ký hiệu là e_1 v.v.).

Bước 3- Xây dựng mô hình, công thức tính toán cân bằng vật chất và năng lượng

Công thức tính toán cân bằng vật chất của từng dòng được thiết lập, ví dụ như sau:

- Khối lượng thép sau khi xả cuộn có ký hiệu là m_{101} và khối lượng thép nhập vào có ký hiệu là m_{100} . Ta có:

$$m_{101} = m_{100}$$

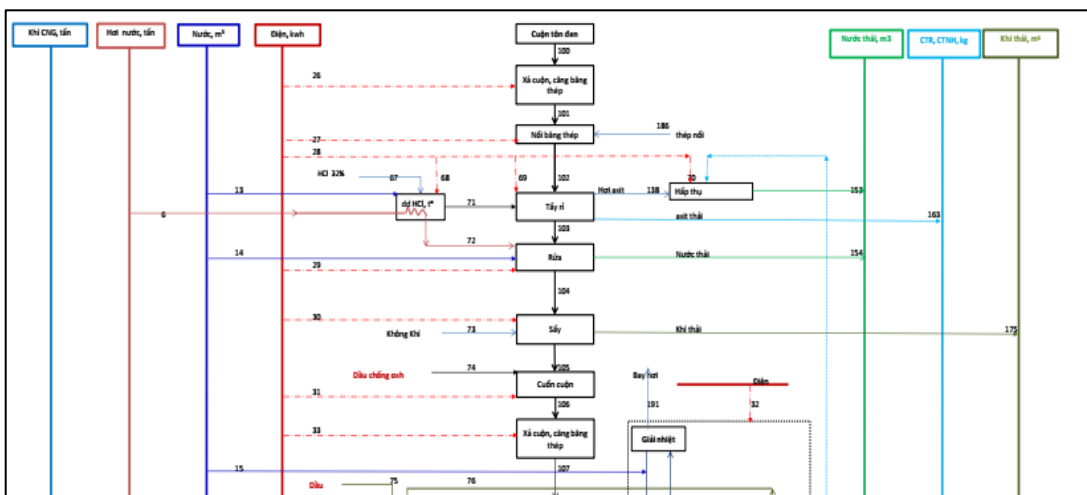
- Khối lượng thép sau khi nối là m_{102} , khối lượng thép nối là m_{108} , ta có:

$$m_{102} = m_{101} + m_{108}$$

- Tính axit cấp cho tẩy rỉ m_{71} (trong đó $q_{\text{tẩyri}}$ là khối lượng axit cấp trung bình 1 h vận hành, t_{vanhanh} là thời gian vận hành). Ta có công thức tính như sau:

$$m_{71} = q_{\text{tẩyri}} \cdot t_{\text{vanhanh}}$$

Tương tự như vậy cho các dòng vào và ra khác nhau của quá trình sản xuất.



Hình 3. Mô hình sản xuất của Nhà máy Nam Kim trên Excel (trích một phần)

Bước 4- Xây dựng hệ thống nhập dữ liệu

Dựa vào các công thức tính toán các dòng vật chất và năng lượng cùng với tiêu chí xác định các thông số quan trắc như:

- *Thông tin sẵn có:* các thông tin sẵn có tại nhà máy sẽ giúp việc thu thập dễ dàng, ít tốn thời gian cũng như hạn chế sử dụng các thiết bị chuyên dùng để đo lường. Các thông số cần thu thập được gọi là sẵn có phải được ghi chép trong nhật ký vận hành, trong các thiết bị đo, các đồng hồ hiển thị, lý lịch sản phẩm/thiết bị,...
- *Thông số được thu thập bằng các phép đo đơn giản:* Có thông tin không được ghi chép trong nhật ký vận hành nhưng chúng ta có thể thu thập bằng cách đơn giản hoặc sử dụng các thiết bị sẵn có trong doanh nghiệp như dùng thước, đếm,...
- *Thông số được thu thập bằng những phép tính đơn giản, từ kinh nghiệm người vận hành quản lý:* các thông số này như số giờ vận hành của các máy móc thiết bị, số lần bảo trì bao dưỡng,...
- *Thông số được đo bằng các thiết bị rẻ tiền, dễ trang bị:* các thông số này được đo bằng các thiết bị thông dụng như nhiệt độ, pH, khối lượng,...

Các thông số đầu vào được xác định như sau:

- Nhiệt độ của tất cả các dòng.
- Khối lượng, lưu lượng, nồng độ của một số quá trình, thiết bị

- Các thông số tham khảo: đây là các thông số lấy từ tổng quan tài liệu, chủ yếu là các thông số mặc định như nhiệt trị, nhiệt dung riêng

Mỗi ô Excel dùng để nhập số liệu sẽ được đặt tên trường giống như trong các công thức tính toán, hệ thống nhập dữ liệu sau khi hoàn thiện được minh họa như hình 4.

Hình 4. Module nhập liệu thông tin Nhà máy (trích một phần)

Bước 5- Xây dựng Module CBVC-CBNL

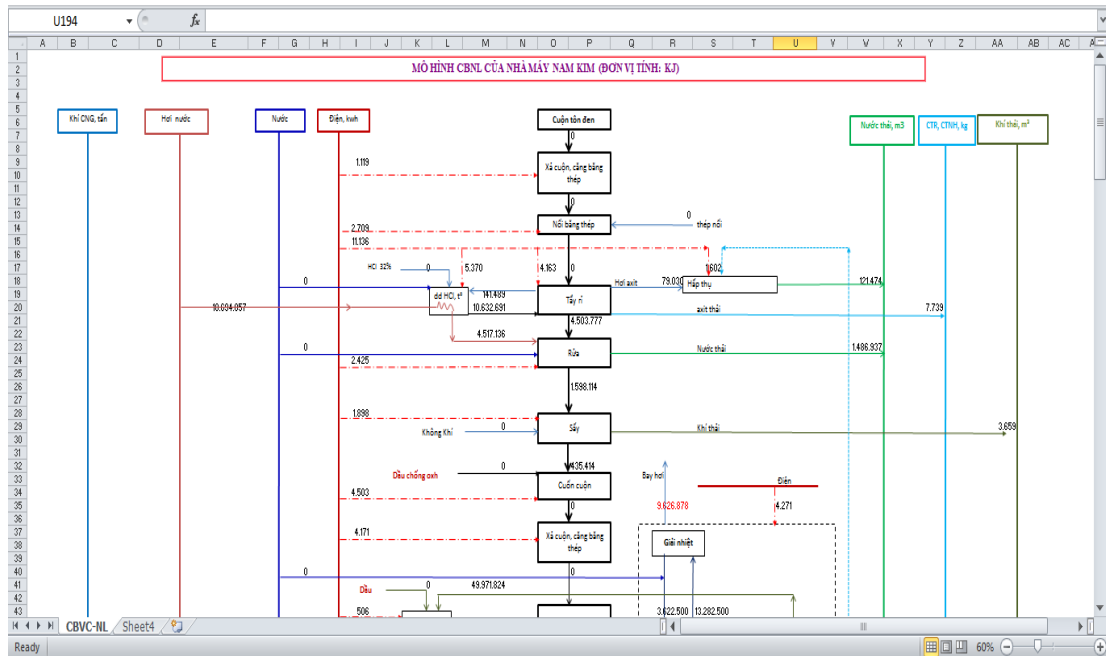
Trên cơ sở các công thức tính toán, các số liệu đầu vào, nhóm tác giả ứng dụng phần mềm Lingo 9.0 để lấy dữ liệu từ hệ thống nhập dữ liệu, sau đó tính toán và xuất dữ liệu CBVC và năng lượng trên sơ đồ quy trình sản xuất. Lập trình tính toán CBVC và CBNL theo ngôn ngữ Lingo được minh họa như hình 5.

```

MODEL:
  !CÂN BẢNG VẬT CHẤT:
  DATA:
    !Nhập từ excel:
    t_vanhanh, t_xq, m_100, m_186, m_67, m_13, con_hoi, t_71, t_103, r_bayhoi, c_hoito, m_14, q_73, m_74, m_16, m_75, t_77, q_77, t_139, t_1
    t_18, t_18, q_81, t_82, v_cng1, v_nh2, con_n2, con_h2, c_o2fluegas177, m_83, m_167, t_118, t_119, q_84, m_85, con_crom, m_19, v_cng
    20, con_kiems7, t_87, m_21, m_88, con_crom88, m_22, q_89, m_91, m_dmtinh, m_92, m_sontinh, c_dm92, m_23, q_93, q_94, m_96, m_97, c_dm97
    99, r_hapthu, c_tuanhoan, q_tayri=801e('namkim.input.23216.xls', 't_vanhanh', 't_xq', 'm_100', 'm_186', 'm_67', 'm_13', 'con_ho
    14', 'q_73', 'm_74', 'm_16', 'm_75', 't_77', 'q_77', 't_139', 't_142', 't_141', 't_140', 'm_78', 'm_17', 'con_kiems79', 't_79', 'm_18
    82', 'v_cng1', 'v_nh2', 'con_n2', 'con_h2', 'c_o2fluegas177', 'm_83', 'm_167', 't_118', 't_119', 'q_84', 'm_85', 'con_crom', 'm_19
    144', 'm_66', 'm_20', 'con_kiems7', 'c_87', 'm_21', 'm_88', 'con_crom88', 'm_22', 'q_89', 'm_91', 'm_dmtinh', 'm_92', 'm_sontinh',
    97', 'c_dm97', 'v_cng2', 'c_o2fluegas187', 'm_24', 'q_98', 'q_98', 'r_hapthu', 'r_tuanhoan', 'q_tayri');
  c_thep, c_nuoc, c_hoi, r_hoi, c_kiem, c_khongkhi=801e('namkim.ref.xls', 'c_thep', 'c_nuoc', 'c_hoi', 'r_hoi', 'r_hoi', 'c_k
  endsdata
  !TÍNH VẬT CHẤT:
  !Công thức tính toán đối với các dòng như sau:
  m_101 = m_100;
  m_102 = m_101 + m_186;
  !Tính axit cap cho tay ri;
  m_71 = q_tayri * t_vanhanh;
  !axit tuan hoan;
  m_195 = m_71 - m_13 - m_67;
  !Nhiệt lượng cần thiết để gia nhiệt dung dịch HCl;
  e_71 = m_71 * (c_hoi * con_hcl + c_nuoc * (1 - con_hcl)) * (t_71 - t_xq);
  !Nhiệt lượng cần thiết để gia nhiệt tole;
  e_103 = m_103 * c_thep * (t_103 - t_xq);
  !Khối lượng hơi cần cấp;
  m_6 = (e_71 + e_103) / r_hoi / 0.75;
  !khối lượng nước ngưng;
  m_72 = m_6;
  !tính khối lượng dung dịch axit bay hơi;
  m_138 = (m_13 + m_67) * r_bayhoi;
  !tính khối lượng dung dịch axit sau tẩy rửa;
  m_163 = (m_13 + m_67) * (1 - r_bayhoi) + (m_13 + m_67) * (1 - r_bayhoi) * (con_hcl - con_hcltc) / 36.5 / 8 * 132;
  !khối lượng nước sau khi rửa

```

Hình 5. Lập trình tính toán CBVC và CBNL trên Lingo (trích một phần)

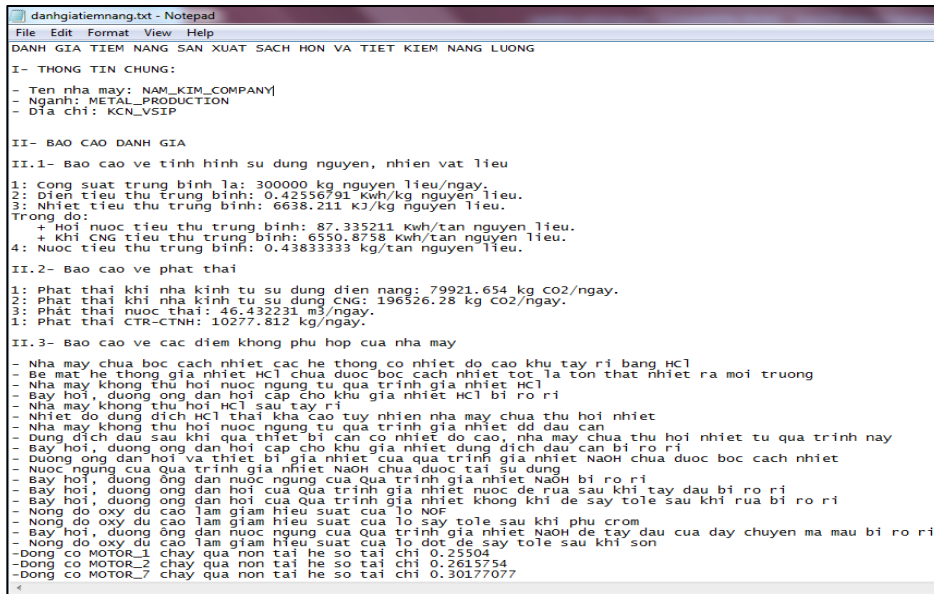


Hình 8. Xuất giá trị tính toán CBNL trên nền Excel (trích một phần)

Ngoài ra, công cụ cũng tự động đánh giá xác định các điểm không phù hợp và đề xuất các giải pháp định hướng để khắc phục, minh họa kết quả đánh giá như hình 9. Kết quả đánh giá cho thấy được bức tranh tổng thể về tiêu thụ nguyên nhiên vật liệu và phát thải của Nhà máy. Đồng thời bộ công cụ đưa ra các điểm không phù hợp, cụ thể đã xác định 150 đối tượng cần cải tiến trong đó 16 đối tượng/điểm không phù hợp liên quan nhiệt năng và chất thải và giải pháp SXSH-TKNL định hướng cho nhà máy ví dụ như các vị trí chưa bảo ôn, nước ngưng chưa được tái sử dụng, hệ số tải của các động cơ thấp v.v. Áp dụng bộ công cụ đánh giá nhanh SXSH lồng ghép TKNL cho Nhà máy Thép Nam Kim ta xác định được những tiềm ẩn, nguy cơ gây tổn thất, gây ô nhiễm tại Nhà máy. Đồng thời đưa ra những giải pháp định hướng để Nhà máy xem xét, thông qua mô hình toán và dữ liệu thực tế

trong Nhà máy. Đây là những dữ liệu quan trọng giúp cho ban lãnh đạo và nhân sự trong nhà máy lên kế hoạch chi tiết để thực hiện các giải pháp trên một cách hiệu quả và tiết kiệm cho Nhà máy.

So sánh với các công cụ khác như Quick Plant Energy Profiler [3], Steam System Assessment Tool (SSAT) [4], Process Heating Assessment and Survey Tool [5] cho thấy công cụ đã đề xuất có nhiều ưu điểm hơn đặc biệt là kết quả CBVC, CBNL được thể hiện trên sơ đồ quy trình sản xuất chi tiết và đề xuất được các giải pháp mang tính tổng quát hơn từ năng lượng điện, nhiệt đến chất thải. Nhà máy có thể sử dụng số liệu về CBVC và CBNL để phân tích chi tiết hơn các giải pháp cũng như phục vụ cho việc tính toán lợi ích, chi phí của từng quá trình sản xuất. Đây cũng là điểm khác biệt so với các báo cáo kiểm toán năng lượng và SXSH hiện nay.



Hình 9. Kết quả đánh giá tiềm năng SXSH-TKNL cho Nhà máy thép Nam Kim (trích một phần)

4 KẾT LUẬN

Bài báo đã xây dựng được bộ khung công cụ đánh giá nhanh SXSH lồng ghép TKNL và áp dụng điển hình cho ngành kim loại với sự hỗ trợ của phần mềm Excel và phần mềm Lingo giúp người dùng dễ dàng nhập thông tin và kết quả xuất ra dễ theo dõi và dễ hiểu. Doanh nghiệp có thể sử dụng bộ công cụ để tự đánh giá sơ bộ những tiềm năng tiết kiệm năng lượng, sản xuất sạch hơn trong Nhà máy, đồng thời bộ công cụ cũng đưa ra được các giải pháp định hướng dựa trên nền tảng khoa học, giúp cho doanh nghiệp trong việc xác định và thiết lập các kế hoạch chi tiết về SXSH và TKNL.

Nghiên cứu trên cho thấy khung công cụ sẽ đem lại những lợi ích về kinh tế và môi trường cho doanh nghiệp, cụ thể là các tiềm năng tiết kiệm trong từng khía cạnh khác nhau như: tiết kiệm điện, nhiệt, nguyên vật liệu. Tuy nhiên hạn chế của bộ công cụ này là các giải pháp đưa ra chỉ mang tính định hướng, chưa tính toán chi tiết về chi phí thực hiện, lợi ích thu được và thời gian hoàn vốn. Do đó cần có những nghiên cứu tiếp theo để hoàn thiện bộ công cụ này giúp cho các Doanh nghiệp cũng như cơ quan quản lý thực hiện đánh giá TKNL-SXSH nhanh, chính xác và chi tiết hơn.

LỜI CẢM ƠN

Tập thể tác giả xin chân thành gửi lời cảm ơn đến: Sở Khoa học và Công nghệ Bình Dương, Sở

Tài Nguyên Môi Trường Bình Dương đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này.

Xin cảm ơn đến Đại Học Quốc Gia TP.HCM, Viện Môi Trường và Tài Nguyên đã hỗ trợ, tạo mọi điều kiện thuận lợi để chúng tôi có thể hoàn thành nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] T. V. Thanh and L. T. Hải, "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," *Tạp chí phát triển KH&CN*, vol. M2/2015, pp. 51-65, 2015.
- [2] <http://www.energyauditsoftware.com/bizee-benchmark.htm#using>.
- [3] "Quick Plant Energy Profiler/Integrated Tool Suite," in *Industrial technologies program*, US Department of energy, ed, 2011.
- [4] Nuntawut Champa-Ngan, "Vermicompost: Tool for Agro-Industrial Waste Management and Sustainable Agriculture," *International Journal of Environmental and Rural Development*, vol. 1-2, pp. 38-43, 2010.
- [5] P. de Wilde, "The gap between predicted and measured energy performance of buildings: A framework for investigation," *Automation in Construction*, vol. 41, pp. 40-49, 5/2014.
- [6] T. V. Thanh, H. T. N. Hà, and L. T. Hải, "Nghiên cứu đề xuất phương pháp xây dựng công cụ đánh giá nhanh kiểm toán năng lượng cho ngành sản xuất cơm dừa nạo sấy," *Tạp chí phát triển KH&CN*, vol. M3/2011, pp. 39-49, 2011.
- [7] V. V. Giàu, "Luận văn Thạc sỹ "Nghiên cứu đề xuất bộ công cụ đánh giá nhanh (toolkit) phục vụ kiểm toán năng lượng (energy auditing) cho ngành bia", " Viện Môi trường và Tài nguyên – ĐHQG-HCM, 2010.
- [8] T. V. Thanh, H. T. N. Hà, and L. T. Hải, "Nghiên cứu đề xuất phương pháp xây dựng công cụ đánh giá nhanh kiểm

- toán năng lượng cho ngành sản xuất cơm dừa nạo sấy," *Tạp chí phát triển KH&CN*, vol. M3/2011, pp. 39-49, 2011.
- [7] V. V. Giàu, "Luận văn Thạc sỹ "Nghiên cứu đề xuất bộ công cụ đánh giá nhanh (toolkit) phục vụ kiểm toán năng lượng (energy auditing) cho ngành bia", " Viện Môi trường và Tài nguyên – ĐHQG-HCM, 2010.
- [8] UNEP, *Tài liệu hướng dẫn sản xuất sạch hơn lồng ghép sử dụng năng lượng hiệu quả*, 2010.
- [9] Đ. T. T. Huyền and L. T. Hải, "New methodology integrating environmental management accounting (EMA) and cleaner production assessment (CPA) to effectively control of industrial pollution," *Journal of Science & Technology Development*, vol. M3/2011, pp. 15-25, 2011.
- [10] M. Noro and R. M. Lazzarin, "Energy audit experiences in foundries," *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, vol. 7, pp. 409-423, 2016.
- [11] D. Gielen and Y. Moriguchi, "CO₂ in the iron and steel industry: an analysis of Japanese emission reduction potentials," *Energy Policy*, vol. 30, pp. 849-863, 8// 2002.
- [12] K. Wang, C. Wang, X. Lu, and J. Chen, "Scenario analysis on CO₂ emissions reduction potential in China's iron and steel industry," *Energy Policy*, vol. 35, pp. 2320-2335, 4// 2007.
- [13] E. Worrell, L. Price, and N. Martin, "Energy efficiency and carbon dioxide emissions reduction opportunities in the US iron and steel sector," *Energy*, vol. 26, pp. 513-536, 5// 2001.
- [14] R. M. Lazzarin and M. Noro, "Energy efficiency opportunities in the production process of cast iron foundries: An experience in Italy," *Applied Thermal Engineering*, vol. 90, pp. 509-520, 11/5/ 2015.
- [15] D. J. Reeve, "Environmental improvements in the metal finishing industry in Australasia," *Journal of Cleaner Production*, vol. 15, pp. 756-763, /2007.
- [16] Y. Kim and E. Worrell, "International comparison of CO₂ emission trends in the iron and steel industry," *Energy Policy*, vol. 30, pp. 827-838, 8/ 2002.
- [17] US Department of Energy, "Tip sheet by system," <https://energy.gov/eere/amo/tip-sheets-system> last accessed 4/2017.
- [18] P. V. Cương and P. V. Thuận, *Ứng dụng phần mềm Lingo for Windows để giải quyết các bài toán tối ưu trong kinh tế* vol. 1. Hà Nội: NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 2012.
- [19] Quyết định 1357/QĐ-TTG của thủ tướng chính phủ, "Quyết định ban hành danh sách cơ sở sử dụng năng lượng trọng điểm," ed, ngày 11 tháng 7 năm 2016.

Development of tool framework for rapid cleaner production assessment (CPA) coupling to energy savings: a case study of metal production industry

Nguyen Thi Phuong Thao, Le Quoc Vi, Tran Van Thanh, Tran Thi Hieu, Le Thanh Hai,

Abstract—The purpose of this article is to develop a framework of a tool for supporting the rapid Cleaner production assessment (CPA) coupling to Energy savings (ES) for the industries. On the basis of the integration of the methods such as Best available techniques (BAT), analysis of technology scheme, material and energy balances etc, this study develops a framework of a tool for rapid assessment comprising of 3 modules: “Input of data”, “Material and energy balances” and “Assessment of potentials for cleaner production and energy savings”. In a case study, a rapid assessment tool for Cleaner production coupling to Energy savings is developed for the metal production industry. The results obtained from the case study shows that the data from

material and energy balances are presented fully in the illustrated technology process, and the objects subjected to improvement are identified. There are 150 objects and/or positions needing improvement in which 16 are involved with thermal processes, and the rest are for the electrical motors. The solution for each of these objects is also recommended. The disadvantages of this tool is it is unable to assess the investment cost as well as the return rate of the solutions that could be good points for the further research.

Keywords—Framework, Assessment tool, Cleaner production, Energy savings, Metal production industry.