

## ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ RÁC THẢI ĐÔ THỊ VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG – VIỆT NAM

Nguyễn Phúc Thanh, Lê Hoàng Việt, Nguyễn Xuân Hoàng, Nguyễn Võ Châu Ngân

Trường Đại học Cần Thơ

**TÓM TẮT:** Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá tác động của các phương pháp xử lý khác nhau đối với rác thải đô thị nhằm hướng tới phát triển bền vững cho vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Nghiên cứu này cũng đề xuất sử dụng phương pháp phân tích vòng đời (Life Cycle Assessment) đối với vòng vật chất của rác thải; việc tính toán này sẽ cung cấp một phương pháp tính toán và đánh giá dựa trên cơ sở dữ liệu bao gồm hệ số phát thải và tham chiếu tiêu chuẩn của nhiều khía cạnh; như là: sự phát thải/giảm thải khí hiệu ứng nhà kính, sự sản xuất/tiêu thụ năng lượng, lợi ích kinh tế, chi phí đầu tư và vận hành, và nhu cầu sử dụng đất. Kết quả đã chỉ ra rằng, phương pháp ủ phân compost là lựa chọn thích hợp cho việc giảm thải và tái chế đối với rác thải có khả năng phân hủy sinh học ở vùng ĐBSCL.

**Từ khóa:** Khí hiệu ứng nhà kính, đánh giá vòng đời, xử lý rác thải, phân tích kịch bản.

### 1. GIỚI THIỆU

Hiện tượng nóng lên toàn cầu đã trở thành một vấn đề nghiêm trọng trong thập kỷ qua; rác thải được nhận diện là một trong những nguồn phát thải chính từ hoạt động của con người. Việt Nam hiện đang đối mặt với vấn đề ô nhiễm môi trường nghiêm trọng, đặc biệt là rác thải đô thị; bao gồm sự tăng nhanh về khối lượng rác thải, sự đa dạng trong thành phần rác, cũng như việc tìm kiếm các phương pháp xử lý hiệu quả và bền vững. Quản lý rác thải phải được cân bằng giữa tính bền vững về môi trường, khả năng chi trả về kinh tế và sự chấp nhận của xã hội để đảm bảo chất lượng cuộc sống cho hiện tại và trong tương lai.

Đánh giá "vòng đời" (LCA) là một cách tiếp cận để đánh giá các khía cạnh về môi trường và các tác động tiềm năng liên quan với một sản phẩm, một quá trình; bằng cách thiết lập một bảng liệt kê các đối tượng và thành phần ở đầu vào và đầu ra được xem xét toàn bộ chu kỳ (vòng đời) của một sản phẩm; tiếp đến là đánh giá tác động môi trường tiềm năng dựa trên những yếu tố đầu vào và đầu ra; giải thích các kết quả phân tích của các giai đoạn khác nhau của chu kỳ; và cuối cùng là đánh giá các

tác động của cả chu kỳ trong các mối quan hệ hướng đến mục tiêu của nghiên cứu<sup>[1]</sup>. LCA đã được sử dụng rất thành công trong lĩnh vực quản lý rác thải, đặc biệt là dùng để đánh giá tác động môi trường của các hệ thống quản lý và xử lý rác thải<sup>[2]</sup>, hoặc để so sánh hiệu quả về môi trường của những kịch bản khác nhau trong quản lý tổng hợp chất thải rắn<sup>[3]</sup> cũng như để đánh giá lượng phát thải khí hiệu ứng nhà kính của các phương pháp quản lý rác thải thực tế<sup>[4]</sup>.

Mục đích của nghiên cứu này là giới thiệu một phương pháp đánh giá tác động của các phương pháp xử lý rác thải khác nhau, đặc biệt là rác thải đô thị hướng tới phát triển bền vững. Nghiên cứu còn đề xuất sử dụng phương pháp LCA đối với vòng vật liệu của rác thải. Một đánh giá đa mục tiêu bao gồm nhiều khía cạnh, như là: sự phát thải/giảm thải khí hiệu ứng nhà kính, sự sản xuất/tiêu thụ năng lượng, lợi ích kinh tế, chi phí đầu tư/vận hành, và nhu cầu sử dụng đất được thực hiện với các kịch bản khác nhau.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Địa điểm và đối tượng nghiên cứu

Vùng ĐBSCL bao gồm 12 tỉnh và 1 thành phố trực thuộc Trung ương (dân số: 17.524.000 người trong năm 2007<sup>[5]</sup>); trải rộng khoảng 40.000km<sup>2</sup>, chiếm 12% tổng diện tích tự nhiên của cả nước. ĐBSCL là khu vực nông nghiệp trọng điểm của đất nước; với khí hậu nhiệt đới gió mùa và điều kiện thời tiết thuận lợi. Ngày nay, nó trở thành một trong bốn đồng bằng chuyên trồng lúa lớn nhất và là kho thóc gạo hàng đầu trên thế giới, cũng như. Mặc khác, ĐBSCL là một trong những khu vực trên thế giới rất dễ bị tác động của biến đổi khí hậu, bởi vì khu vực này cao trung bình vài mét trên mực nước biển. Hơn nữa, khu vực này đã và đang phải đối mặt với những thách thức lớn trong quản lý chất thải rắn, đặc biệt là giới thiệu các giải pháp xử lý chất thải bền vững hướng đến giảm phát thải khí hiệu ứng nhà kính.

### 2.2. Khối lượng và thành phần rác

Liên quan đến thành phần rác thải, Bảng 1 trình bày các thành phần vật lý chính của các tỉnh và thành phố điển hình ở vùng ĐBSCL. Với mục đích phân tích và đánh giá trong bài viết này, giá trị đại diện của thành phần rác thải của khu vực ĐBSCL cũng được tính toán. Đó là giá trị trung bình của các trường hợp điển hình, thể hiện ở hàng cuối cùng của Bảng 1. Giá trị đại diện này sẽ được sử dụng để tính toán các khía cạnh khác nhau trong bài viết.

Lượng rác thải sinh ra từ vùng ĐBSCL rộng lớn được tính toán dựa trên dân số trung bình và tốc độ sinh rác bình quân đầu người. Thời điểm minh họa cho các tính toán và phân tích trong bài viết này là năm 2007 (với dân số đô thị: 3.717.000 người). Tốc độ sinh rác bình quân đầu người là 0,7 kg/người/ngày cho các khu vực đô thị<sup>[6]</sup>. Nghiên cứu này chỉ tập trung thảo luận lượng rác thải phát sinh từ khu dân cư ở các khu vực đô thị vùng ĐBSCL; với giả định rằng tốc độ sinh rác thải bình quân đầu người sẽ không thay đổi trong giai đoạn đánh giá.

**Bảng 1.** Thành phần rác thải của vùng ĐBSCL<sup>[7]</sup>

Tỉnh/ Thành phố	Giấy	Thủy tinh	Kim loại	Nhựa	Hữu cơ/thức ăn thừa	Nguy hại	Gạch, sỏi đá, sành sứ	Cao su, thuốc da, vải	Linh tinh khác
Long An	5,10	0,70	0,37	13,63	76,30	0,15	2,68	-	1,08
Tiền Giang	3,89	0,21	0,23	6,37	77,53	0,06	2,14	-	9,57
Bến Tre	6,50	0,85	1,75	3,40	72,80	0,25	1,60	1,35	6,30
Vĩnh Long	11,50	4,00	0,55	9,45	66,25	-	0,75	6,50	1,00
Kiên Giang	6,38	1,64	1,27	7,69	72,52	-	7,49	1,29	1,72
Cần Thơ	2,79	1,53	0,70	9,57	79,65	0,03	3,10	1,68	0,76
Hậu Giang	1,80	0,90	0,40	5,70	82,60	4,00	1,60	1,50	1,50
Sóc Trăng	4,12	0,66	0,78	7,24	70,35	-	9,63	3,11	4,11
Bạc Liêu	4,51	4,91	4,59	4,44	53,34	2,78	10,81	7,69	6,92
Cà Mau	4,50	0,50	0,10	6,10	57,30	-	2,10	1,40	28,00
<b>Đại diện</b>	<b>5,11</b>	<b>1,59</b>	<b>1,07</b>	<b>7,36</b>	<b>70,86</b>	<b>0,73</b>	<b>4,19</b>	<b>2,45</b>	<b>6,10</b>

### 2.3. Các phương pháp đánh giá tác động

#### 2.3.1. Sự phát thải và giảm thải của khí hiệu ứng nhà kính

Tính toán lượng phát thải đường cơ sở (baseline) của khí hiệu ứng nhà kính

Lượng khí hiệu ứng nhà kính đường cơ sở là lượng khí metan (CH<sub>4</sub>) sinh ra từ rác thải tại các bãi rác trong trường hợp không được xử lý, đại lượng này được tính toán với đơn vị là tấn cacbon điôxít (CO<sub>2</sub>) đương lượng (tCO<sub>2</sub> eq.)<sup>[8]</sup>. Trong nghiên cứu này, lượng phát thải đường cơ sở được tính toán

dựa theo hai tài liệu hướng dẫn sau: “*Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site*”<sup>[8]</sup> và “*2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*”<sup>[9]</sup>. Về cơ sở dữ liệu để tính toán, lượng khí hiệu ứng nhà kính phát thải (đường cơ sở) được tính dựa trên thành phần rác thải thực tế đại diện (Bảng 1) và các hệ số phát thải (*emission factor*) mặc định theo hướng dẫn của Hội đồng liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC)<sup>[9]</sup>.

*Tính toán sự phát thải và giảm thải của khí hiệu ứng nhà kính*

Lượng giảm thải khí hiệu ứng nhà kính là lượng khí hiệu ứng nhà kính bị cắt giảm do sự can thiệp bởi các hoạt động của các phương pháp xử lý rác thải khi so sánh với lượng phát thải đường cơ sở<sup>[8]</sup>. Về cơ bản, lượng giảm thải khí hiệu ứng nhà kính trong năm thứ *y* được tính toán theo phương trình sau:

$$ER_y = BE_y - PE_y \pm L_y \quad (1)$$

$$PE_y = PE_{xử lý, y} + PE_{tiêu thụ năng lượng, y} - PE_{sản sinh năng lượng, y} \quad (2)$$

Trong đó,  $ER_y$ : *Lượng giảm thải trong năm thứ y*,  $BE_y$ : *Lượng phát thải đường cơ sở trong năm thứ y*,  $PE_y$ : *Tổng lượng phát thải do các hoạt động xử lý trong năm thứ y*,  $PE_{xử lý, y}$ : *Lượng phát thải do các hoạt động xử lý trong năm thứ y*,  $PE_{tiêu thụ năng lượng, y}$ : *Lượng phát thải do tiêu thụ năng lượng trong năm thứ y*,  $PE_{sản sinh năng lượng, y}$ : *Lượng phát thải do sản sinh năng lượng trong năm thứ y*.

Các phát thải khí hiệu ứng nhà kính xem xét trong nghiên cứu này được đánh giá với các ranh giới giống như được định nghĩa trong hướng dẫn “*The Glossary of Clean Development Mechanism (CDM) terms version 01*”<sup>[10]</sup>.

### 2.3.2. Sự tiêu thụ và sản sinh năng lượng

Các phương pháp xử lý rác thải khác nhau sẽ tiêu thụ và sản sinh ra lượng năng lượng khác nhau, nó tùy thuộc vào công nghệ áp dụng, loại năng lượng

sử dụng và sản sinh, thành phần rác thải, v.v.<sup>[11]</sup>. Trong nghiên cứu này, lượng năng lượng tiêu thụ và sản sinh của các phương pháp xử lý khác nhau được tính toán dựa trên tham khảo các tiêu chuẩn hóa (*normalization references*)<sup>[12]</sup>. Các cơ sở tham khảo được trình bày trong Bảng 2. Để quá trình tính toán và đánh giá đơn giản, năng lượng tiêu thụ và sản sinh hầu hết được tính theo năng lượng điện (kWh). Bên cạnh đó, nhiên liệu dầu diesel với trọng lượng riêng 0.85 kg/L sẽ sản sinh ra lượng năng lượng 38,6 MJ/L (10,81 kWh/L) bằng quá trình thiêu đốt.

### 2.3.3. Đánh giá về kinh tế

Lợi ích kinh tế của các phương pháp xử lý khác nhau sẽ được tính toán trên các sản phẩm hữu ích; như là: sản xuất điện từ khí gas bãi chôn lấp và từ nhiệt của các lò đốt rác, sản phẩm phân compost từ các nhà máy ủ phân, hoặc tín chỉ giảm thải khí hiệu ứng nhà kính.

Liên quan đến các phương pháp xử lý sinh ra năng lượng đặc biệt là năng lượng điện, lượng điện sinh ra có thể bán vào mạng điện quốc gia với giá 0,04 USD/kWh tại thời điểm hiện tại. Phương pháp ủ phân compost sản xuất phân bón hữu cơ thích hợp cho việc bổ sung dưỡng chất cho đất (sản phẩm cuối cùng chiếm khoảng 50% tổng lượng rác thải xử lý, khối lượng mất đi là do quá trình bốc hơi nước và quá trình phân hủy sinh học của rác hữu cơ<sup>[12]</sup>). Phân compost có chất lượng tốt chiếm khoảng 30% tổng sản lượng của sản phẩm cuối cùng; nếu được bổ sung các thành phần dưỡng chất cần thiết có thể được bán với giá khá cao 30 USD/tấn. Lượng giảm thải khí hiệu ứng nhà kính từ các phương pháp xử lý khác nhau thì thích hợp cho việc tích lũy tín chỉ giảm phát thải “*Certified Emission Reductions (CERs)*”, các tín chỉ này được phát hành thông qua bởi Ban chấp hành “*Cơ chế phát triển sạch*” (CDM)—Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu (UNFCCC). Tín chỉ giảm phát thải có thể trao đổi mua bán trên

thị trường quốc tế, thông thường giá cả mua bán (USD/tấn CO<sub>2</sub> eq.) thay đổi theo thị trường thế giới hoặc khu vực. Trong nghiên cứu này, giá cả trao đổi tín chỉ giảm phát thải dùng để tính toán lợi ích kinh tế là giá của thị trường hiện tại ở Việt Nam 10 USD/tấn CO<sub>2</sub> eq (biến thiên từ 8-12 USD/tấn CO<sub>2</sub>eq<sup>[13]</sup>).

#### **2.3.4. Diện tích đất yêu cầu cho xử lý cuối cùng (bãi chôn lấp)**

Khía cạnh này đánh giá khả năng tái chế rác thải dư thừa hoặc rác phế thải từ các quá trình xử lý khác (ủ phân compost và quá trình thiêu hủy) vào khâu xử lý cuối cùng (thường là bãi chôn lấp). Liên quan đến sự tính toán lượng rác thải dư thừa hoặc rác phế thải (tấn/ngày) đổ vào bãi chôn lấp cuối cùng, tác giả đã chọn một bộ tham khảo minh họa khá đơn giản, được trình bày trong Bảng 2. Ngoài ra, tác giả còn giả sử rằng lượng rác này không sinh ra khí hiệu ứng nhà kính.

#### **2.3.5. Miêu tả các kịch bản**

Phân tích tác động của các phương pháp xử lý rác thải khác nhau hướng tới việc giảm phát thải khí hiệu ứng nhà kính để đề xuất phương pháp xử lý thích hợp; theo đó một phân tích các kịch bản dựa trên điều kiện phát sinh rác thải hiện tại ở ĐBSCL được tiến hành. Các kịch bản sẽ khảo sát được xây dựng dựa trên các phương pháp xử lý khác nhau hướng đến giảm thiểu phát thải khí hiệu ứng nhà kính. Tuy nhiên, các phương pháp xử lý này phải là những công nghệ xử lý được áp dụng thích hợp cho các thành phố ở ĐBSCL. Tác giả giả sử rằng các kịch bản được xem xét với các định nghĩa đơn giản về ranh giới cụ thể và công nghệ ứng dụng giống như trình bày trong Bảng 3.

**Bảng 2.** Năng lượng và lượng rác thải dư thừa từ các phương pháp xử lý khác nhau

Các phương pháp xử lý khác nhau	Năng lượng <sup>[12]</sup> (kWh/tấn rác xử lý)		Ghi chú <sup>[12]</sup>	% lượng rác thải dư thừa đổ bỏ vào bãi chôn lấp cuối cùng	Giá trị áp dụng trong nghiên cứu này (%)
	Tiêu thụ	Sản xuất			
1. Chôn lấp không thu hồi khí gas	0,6 lít dầu diesel	Không	-	100	100
2. Chôn lấp hợp vệ sinh kết hợp thu hồi khí gas và đốt bỏ	0,6 lít dầu diesel	Không	-	100	100
3. Chôn lấp hợp vệ sinh kết hợp thu hồi khí gas và sản xuất điện	0,6 lít dầu diesel	84,38 kWh trên mỗi tấn rác thải dễ phân hủy sinh học (thức ăn thừa, rác vườn, giấy, và vải sợi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,5 kWh/Nm<sup>3</sup> khí gas từ bãi rác (LFG)</li> <li>• 250Nm<sup>3</sup>LFG/tấn rác thải dễ phân hủy sinh học</li> <li>• Hiệu suất thu gom khí: 75%</li> </ul> Hiệu suất chuyển đổi năng lượng: 30%	100	100
4. Ủ phân compost	30	Không	-	4,0 – 5,0 <sup>[12]</sup> (Đối với rác thải dễ phân hủy sinh học đã được phân loại)	10 (Đối với rác thải dễ phân hủy sinh học được phân loại tại nhà máy ủ phân)
5. Thiêu đốt	70	520	Hiệu suất sản sinh năng lượng điện: 23%	3,2 – 5,2 <sup>[12]</sup>	5

**Bảng 3.** Miêu tả các kịch bản

Kịch bản	Miêu tả	Định nghĩa/giới hạn
1. Chôn lấp không thu hồi khí gas.	Chôn lấp bằng cách đổ đồng tự nhiên.	100% rác thải thu gom được đổ đồng tự nhiên ngoài trời.
2. Chôn lấp hợp vệ sinh kết hợp thu hồi khí gas và đốt bỏ.	Chôn lấp hợp vệ sinh kết hợp thu hồi khí gas và đốt bỏ thông qua các miệng khí (flare).	100% rác thải thu gom được chôn lấp trong bãi chôn lấp hợp vệ sinh, khí gas thì được thu gom, và đốt bỏ.
3. Chôn lấp hợp vệ sinh kết hợp thu hồi khí gas và sản xuất điện.	Chôn lấp hợp vệ sinh kết hợp thu hồi khí gas và sản xuất điện thông qua máy phát điện từ khí mêtan.	100% rác thải thu gom được chôn lấp trong bãi chôn lấp hợp vệ sinh, khí gas thì được thu gom, tinh chế và phát điện.
4. Ủ phân compost.	Ủ phân compost sản xuất phân hữu cơ.	Rác thải có khả năng phân hủy sinh học được xử lý bằng phương pháp ủ phân compost với công nghệ ủ hiếu khí. Rác thải dư thừa (phế thải) chiếm khoảng 10% tổng lượng rác xử lý, lượng rác này được xử lý bằng phương pháp chôn lấp (Giả sử rằng không có khí hiệu ứng nhà kính sinh ra từ lượng rác này).
5. Thiêu đốt.	Thiêu hủy rác kết hợp thu hồi năng lượng nhiệt để sản xuất điện.	100% rác thải thu gom được thiêu hủy với công nghệ lò đốt bán liên tục (Semi-continuous – fluidised bed) kết hợp thu hồi năng lượng sản xuất điện. Rác thải dư thừa (phế thải) chiếm khoảng 5% tổng lượng rác xử lý, lượng rác này được xử lý bằng phương pháp chôn lấp (Giả sử rằng không có khí hiệu ứng nhà kính sinh ra từ lượng rác này).

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Lượng phát thải đường cơ sở (baseline) của khí hiệu ứng nhà kính

Trước tiên tác giả xem xét tổng lượng phát thải khí hiệu ứng nhà kính đường cơ sở của các thành phần rác (tấn  $CO_2 eq.$ ) và tốc độ phát thải khí hiệu ứng nhà kính bình quân đầu người (g  $CO_2 eq./người/ngày$ ) cho các đô thị vùng ĐBSCL. Lượng phát thải này được tính toán bằng cách sử dụng lượng rác thải một năm (năm 2007 với 2.602 tấn/ngày) và xem xét các phát thải khí hiệu ứng nhà kính trong 80 năm.

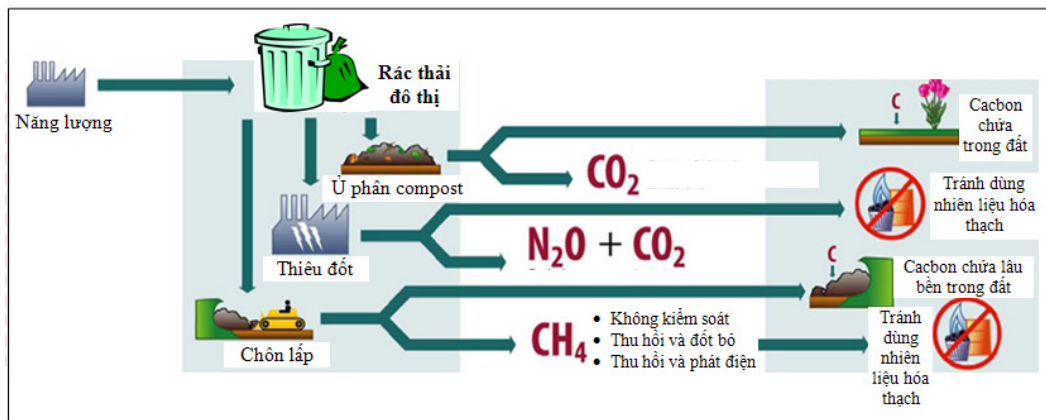
Kết quả cho thấy tổng lượng phát thải khí hiệu ứng nhà kính đường cơ sở là 922.204 tấn  $CO_2 eq.$  Mặc khác, lượng phát thải khí hiệu

ứng nhà kính đường cơ sở bình quân đầu người là 679,74 g  $CO_2 eq./người/ngày$ , trong đó thành phần thức ăn chiếm một phần rất lớn (570,44 g  $CO_2 eq./người/ngày$ ), kế đó là giấy (109,29 g  $CO_2 eq./người/ngày$ ).

#### 3.2. Đánh giá vòng đời (LCA) áp dụng cho rác thải đô thị

##### 3.2.1. Định nghĩa mục tiêu và giới hạn

Mô hình đánh giá LCA bao gồm tất cả các quá trình, vật liệu, năng lượng, và phát thải trong phạm vi hệ thống được định nghĩa trong Hình 1.



Hình 1. Định nghĩa giới hạn trong đánh giá LCA

#### 3.2.2. Đánh giá tác động các phương pháp xử lý rác

Khí hiệu ứng nhà kính từ quá trình thiêu đốt

Các khí hiệu ứng nhà kính sinh ra trong quá trình đốt chủ yếu là  $CO_2$  và  $N_2O$ <sup>[14]</sup>. Lượng khí hiệu ứng nhà kính ( $GHG_{tổng}$ ) sinh ra được tính

toán bao gồm: (1) lượng khí thải từ quá trình đốt cháy (sinh khối của rác thải) ( $GHG_{đốt}$ ); (2)  $CO_2$  phát sinh khi tạo ra năng lượng thay thế ( $GHG_{năng lượng}$ ), và (3) giảm lượng khí thải gây ra bởi tiêu thụ năng lượng do việc thu hồi các kim loại sau quá trình đốt ( $GHG_{tái chế}$ ). Cụ thể,

lượng phát thải khí hiệu ứng nhà kính được tính toán như phương trình dưới đây:

$$GHG_{tổng} = GHG_{đốt} - GHG_{năng\ lượng} - GHG_{tái\ chế} \quad (3)$$

Hệ số phát thải (tấn CO<sub>2</sub> eq./tấn rác xử lý) dùng để tính toán trong mô hình LCA thì được tham khảo từ EPA<sup>[14]</sup> và Chen và Lin<sup>[12]</sup>, thể hiện trong Bảng 4.

*Khí hiệu ứng nhà kính từ quá trình chôn lấp*

Liên quan đến việc đánh giá lượng phát thải khí hiệu ứng nhà kính của chất thải hữu cơ từ bãi chôn lấp rác hỗn hợp, các chất phát thải chính được xem xét bao gồm CH<sub>4</sub> và CO<sub>2</sub><sup>[14]</sup>. CH<sub>4</sub> có thể bị ôxi hóa hoặc chuyển hóa sang CO<sub>2</sub> do vi khuẩn, phần này được giả định là 10% của tổng sản lượng CH<sub>4</sub>. Tỷ lệ thu hồi và tận dụng khí bãi rác (LFG) có ảnh hưởng đặc biệt đến lượng phát thải khí hiệu ứng nhà kính, do CH<sub>4</sub> có giá trị tiềm năng ấm lên toàn cầu (*global warming potential - GWP*) khá lớn. Hơn nữa, công nghệ và phương pháp xử lý khác nhau sẽ phát thải ở những mức khác nhau,

trong nghiên cứu này tỷ lệ trung bình thu hồi và tận dụng khí gas từ bãi rác giả sử ở mức 75%.

Hệ số phát thải (tấn CO<sub>2</sub> eq./tấn rác xử lý) đối với các công nghệ chôn lấp rác khác nhau, cái mà dùng để tính toán trong mô hình LCA thì được tham khảo từ EPA<sup>[14]</sup> và Chen và Lin<sup>[12]</sup>, được thể hiện trong Bảng 4.

*Khí hiệu ứng nhà kính từ quá trình ủ phân compost*

Xử lý rác thải bằng phương pháp ủ phân compost mang lại lợi ích không chỉ từ việc giảm lượng phát thải khí hiệu ứng nhà kính từ rác thải và lượng rác thải chôn lấp ở bãi rác, mà còn sản xuất phân bón phục vụ nông nghiệp. Các phát thải khí hiệu ứng nhà kính có thể sẽ được sinh ra từ quá trình ủ bao gồm: (1) CH<sub>4</sub> phát sinh bởi quá trình phân hủy kỵ khí; (2) lưu trữ cacbon trong đất bởi các hợp chất cacbon lâu bền, và (3) phóng thích N<sub>2</sub>O do hàm lượng nitơ trong nguyên liệu đầu vào. Các phát thải này được tính toán theo các hướng dẫn của IPCC<sup>[9]</sup>, cụ thể như sau: hệ số phát thải của CH<sub>4</sub> (4g CH<sub>4</sub>/kg rác thải xử lý) và N<sub>2</sub>O (0,3 gN<sub>2</sub>O/kg rác thải xử lý).

**Bảng 4.** Hệ số phát thải khí hiệu ứng nhà kính từ quá trình thiêu đốt và chôn lấp<sup>[14,12]</sup>

Thành phần rác	Tổng phát thải từ quá trình <b>đốt</b> rác thải (tấn CO <sub>2</sub> eq./tấn)	Tổng phát thải từ quá trình <b>chôn lấp</b> (tấn CO <sub>2</sub> eq./tấn)	
		Kết hợp thu hồi khí gas và đốt bỏ	Kết hợp thu hồi khí gas và phát điện
Nhựa	0,24	0	0
Giấy	-0,18	-0,20	-0,166
Rác hữu cơ (thức ăn thừa, lá cây, v.v)	-0,06	0,05	0,02
Cao su và thuộc da	0,27	0	0
Gỗ	-0,23	-0,17	-0,19
Vải	0,26	0	0
Kim loại	-0,46	0	0
Thủy tinh	0,01	0	0
Gạch, sỏi đá, sành sứ	0	0	0
Linh tinh khác	0	0	0

Mặt khác, sự ổn định các hợp chất cacbon trong quá trình ủ phân dẫn đến sự gia tăng chất mùn cho phép cacbon được lưu trữ thời gian dài trong đất. Do đó, khi xem xét tổng phát thải khí hiệu ứng nhà kính (phát thải ròng) của rác thải, khía cạnh này cũng được xem xét trong nghiên cứu này. Hệ số phát thải của nó có giá trị là  $-0,055$  tấn  $\text{CO}_2$  eq./tấn rác xử lý. Trong nghiên cứu này, tiềm năng *ám lên toàn cầu* (GWP) của  $\text{CH}_4$  và  $\text{N}_2\text{O}$  (trong thời gian 100 năm) tương ứng là 23 và 296 lần lớn hơn so với  $\text{CO}_2$ <sup>[15]</sup>.

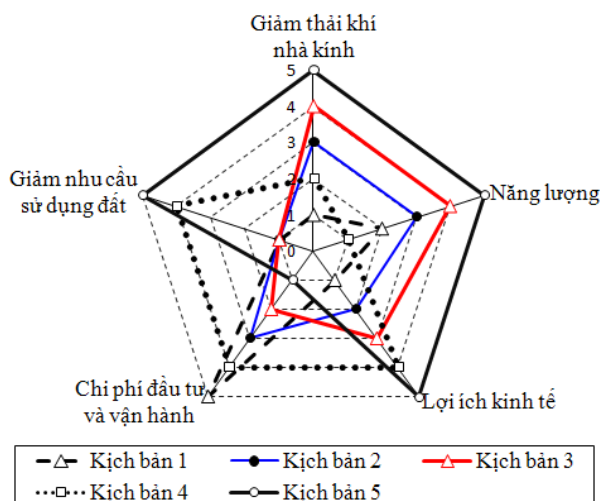
### 3.2.3. Đánh giá các kịch bản

Để đưa ra tổng quan về các lựa chọn thay thế của các phương án xử lý rác thải dựa trên nhiều khía cạnh, bao gồm: (i) phát thải và giảm thải khí hiệu ứng nhà kính, (ii) tiêu thụ/sản sinh năng lượng, (iii) lợi ích kinh tế, chi phí đầu tư và vận hành, và (iv) nhu cầu sử dụng đất. Đối với mỗi khía cạnh, 5 kịch bản được so sánh với nhau nhằm xác định thứ tự xếp hạng ưu tiên. Thứ bậc ưu tiên này được mã hóa theo thang đo tương ứng từ 1 đến 5, với 1 là kịch bản bị ảnh hưởng theo chiều hướng tiêu cực nhất và 5 là kịch bản bị ảnh hưởng theo chiều hướng tích cực nhất. Bảng 5 trình bày sự so sánh giữa các kịch bản về các khía cạnh khác nhau: lượng phát thải khí hiệu ứng nhà kính, lượng năng

(bao gồm năng lượng tiêu thụ, năng lượng sinh ra, và năng lượng thu hồi), các đánh giá về lợi ích kinh tế và diện tích đất yêu cầu cho xử lý cuối cùng (bảng 2). Về chi phí đầu tư và chi phí vận hành của các kịch bản, Ayalon<sup>[16]</sup> đã trình bày một minh họa khá chi tiết. Kết quả cho thấy kịch bản 4 (ủ phân compost) là phương án có chi phí thấp nhất cho cả đầu tư và vận hành; trong khi đó, kịch bản 5 yêu cầu chi phí đầu tư và vận hành cao nhất.

Hình 2 trình bày các đánh giá đa mục tiêu cho tất cả các kịch bản. Kết quả cho thấy, kịch bản 5 là phương án hiệu quả nhất về giảm phát thải khí hiệu ứng nhà kính, lợi ích kinh tế, phục hồi năng lượng, và nhu cầu sử dụng đất giảm; mặc dù nó được xác định là phương án tốn kém nhất bao gồm chi phí đầu tư và vận hành. Bên cạnh đó, kịch bản 4 là phương án mang lại lợi ích kinh tế khá cao và nhu cầu sử dụng đất giảm; mặc dù nó được xác định là phương án có phát thải khí hiệu ứng nhà kính và không sản xuất năng lượng. Đối với các kịch bản bãi rác, thứ tự ưu tiên lựa chọn được xếp hạng tương ứng như sau: kịch bản 3, 2, và 1. Theo kết quả này thì phương pháp ủ phân compost là lựa chọn thích hợp cho việc giảm thải và tái chế đối với rác thải có khả năng phân hủy sinh học ở vùng ĐBSCL.





Hình 2. Đánh giá đa mục tiêu các kịch bản

Bảng 5. Đánh giá các kịch bản

Kịch bản	Phát thải khí hiệu ứng nhà kính (tấn/ngày)	Năng lượng (kWh/ngày)			Lợi ích kinh tế (USD/ngày)		
		Tiêu thụ	Sản xuất	Thu hồi	Phân Compost	Năng lượng	Tín chỉ giảm thải
1	2.525,59	16.876,57	0,00	-16.876,57	0,00	-675,06	0,00
2	65,60	16.876,57	0,00	-16.876,57	0,00	-675,06	24.599,94
3	14,80	16.876,57	219.556,76	202.680,19	0,00	8.107,21	25.107,86
4	342,57	59.302,18	0,00	-59.302,18	8.895,33	-2.372,09	21.830,21
5	-83,78	182.140,00	1.353,04	1.170.900,00	0,00	46.836	26.093,69

#### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Phương pháp tiếp cận và đánh giá sử dụng trong nghiên cứu này cũng như các kết quả thu được tìm thấy, mong muốn sẽ cung cấp không chỉ là một tham chiếu cho các cơ quan quản lý rác thải và các nhà hoạch định chính sách các cấp từ địa phương đến Trung ương trong việc ước lượng và so sánh các tác động từ các chương trình quản lý rác thải khác nhau, nhằm lựa chọn những phương án quản lý và xử lý thật hiệu quả và bền vững.

Phương pháp đánh giá vòng đời áp dụng trong bài viết này là một trong nhiều cách tiếp

cận hiệu quả và sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên, các thông số tính toán trong bài viết này (như hệ số phát thải và tham chiếu tiêu chuẩn của nhiều khía cạnh như là: sự phát thải/giảm thải khí hiệu ứng nhà kính, sự sản xuất/tiêu thụ năng lượng, lợi ích kinh tế, chi phí đầu tư và vận hành, và nhu cầu sử dụng đất) được tham khảo từ các trường hợp chung hoặc điển hình của các nước phát triển. Do đó, rất có thể những giá trị tham khảo này không thích hợp cho các nước đang phát triển, đặc biệt là Việt Nam. Tác giả đề nghị rằng nên áp dụng những thông số thích hợp khác (phù hợp với điều kiện

ĐBSCL) để so sánh và giải thích. Điều này có thể làm cho phương pháp đánh giá vòng đời trở thành một công cụ đánh giá đáng tin cậy hơn để hỗ trợ cho việc ra quyết định. Tác giả cũng

đề nghị trong tương lai nên tập trung vào việc xây dựng cơ sở dữ liệu (hệ số phát thải và tham chiếu tiêu chuẩn) để tính toán đánh giá vòng đời cho trường hợp Việt Nam.

## IMPACT ASSESSMENT OF ALTERNATIVE WASTE MANAGEMENT METHODS: THE CASE STUDY IN THE MEKONG DELTA, VIETNAM

Nguyen Phuc Thanh, Le Hoang Viet, Nguyen Xuan Hoang, Nguyen Vo Chau Ngan

Can Tho University

**ABSTRACT:** *The purpose of this study assessed the effect of solid waste treatment practices, especially municipal solid waste towards sustainable development in the Mekong Delta region, southern Vietnam. This study also proposes to use the Life Cycle Assessment method with waste material flow, which will provide a calculation and estimation method based on the database of the assessment factors and normalization references for aspects, such as greenhouse gas emission/reduction, energy generation/consumption, economic benefit, investment and operating cost, and land use burden. The results shown that, composting is apparently a preferable option for promoting waste reduction and recycling from biodegradable waste in the Mekong Delta region.*

**Keywords:** *Greenhouse gas, Life cycle assessment, waste treatment, scenario analysis.*

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. ISO, *Environmental standard ISO 14040, Environmental management—life cycle assessment—principal and framework*, Reference Number: ISO 14040: 1997(E) (1997).
- [2]. Harrison K.W., Dumas R.D., Barlaz M.A., “Life-cycle inventory model of municipal solid waste combustion”. *Journal of the Air and Waste Management Association* 50 (2000), 993–1003.
- [3]. Mendes R.M., Aramaki T., Hanaki K., “Comparison of the environmental impact of incineration and landfilling in São Paulo City as determined by LCA”. *Resour., Conserv. and Recycl.* 41 (2004), 47–63.
- [4]. Chen T.C., Lin C.F., “Greenhouse gases emissions from waste management practices using Life Cycle Inventory mode”, *Journal of Hazardous Materials* 155 (2008), 23–31.
- [5]. Tổng cục Thống kê, “*Niên giám Thống kê Việt Nam*”. Tổng cục Thống kê, Nhà

- xuất bản Thống kê, Hà Nội, Việt Nam (2007).
- [6]. World Bank, Vietnam Ministry of Environment and Natural Resources, Canadian International Development Agency, Viet Nam Environment Monitor: Solid Waste (2004).
- [7]. European Commission, "Handbook: Integrated Waste Management modules for different courses of graduate studies", INVENT project (Asia-Link Programme). Truy cập tại: <http://homepages.hs-bremen.de/~office-ikrw/invent/Teaching%20Modules.htm> (12/2009).
- [8]. UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change, ). Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste disposal site, Version 05, EB55. UNFCCC-CDM Executive Board (2010).
- [9]. IPCC, *2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., and Tanabe, K. (eds). IGES, Japan (2006).
- [10]. UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change. Glossary of CDM term. Version 06, EB66. UNFCCC-CDM Executive Board (2012).
- [11]. Thanh N.P., Matsui Y., "Evaluation of the alternative treatment methods for GHG emission mitigation from municipal solid waste management: case study of Ho Chi Minh City, Vietnam", *As. J. Energy Env.* 10 (2009), 35-52.
- [12]. McDougall F.W.P., Franke M., Hindle P., Pocter, Gamble, *Integrated Solid Waste Management: A Life Cycle Inventory*, Second edition. Blackwell Science Publishing Ltd. (2001).
- [13]. Sehlleier F., Michaelowa A.. CDM Highlights 96: Carbon market news for the development community. From GIZ Climate Protection Programme on behalf of the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) (2011). Truy cập tại: <http://www.gtz.de/de/dokumente/en-climate-cdm-highlights-96.pdf> (6/2012).
- [14]. Environmental Protection Agency (EPA), "*Solid Waste Management and Greenhouse Gases: A Life-cycle Assessment of Emissions and Sinks*", Second ed., US Environmental Protection Agency, Washington, DC (2002).
- [15]. IPCC, *Third Assessment IPCC report. Climate change 2001: The Scientific Basis* (J.T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K.,C.A. Johnson Maskell (eds)). Cambridge University Press, Cambridge United Kingdom and Newyork, NY, USA (2001).
- [16]. Ayalon O., Avnimelech Y., Shechter M., "Solid waste treatment as a High-

Priority and Low-Cost Alternative for  
Greenhouse Gas Mitigation”,

*Environmental Management* 27 (2001),  
697-704.