

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG GIẢM PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH VÀ CHI PHÍ - LỢI ÍCH CỦA GIẢI PHÁP THU HỒI KHÍ BÃI RÁC CHO PHÁT ĐIỆN: NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH CHO BÃI CHÔN LẤP NAM SƠN, HÀ NỘI

Vương Xuân Hòa⁽¹⁾, Đặng Quốc Việt⁽²⁾, Vũ Đình Nam⁽³⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Cơ quan hợp tác quốc tế Đức

⁽³⁾Văn phòng Bộ Tài nguyên và Môi trường

Ngày nhận bài 15/5/2018; ngày chuyển phản biện 16/5/2018; ngày chấp nhận đăng 26/6/2018

Tóm tắt: Chôn lấp chất thải rắn (CTR) với các thành phần hữu cơ trong điều kiện yếm khí sẽ gây phát thải khí nhà kính (KNK). Phát thải KNK từ lĩnh vực chất thải đóng góp khoảng 6% tổng lượng phát thải khí nhà kính quốc gia. Một trong những giải pháp giảm nhẹ được áp dụng đối với các bãi chôn lấp CTR sắp đóng cửa là lắp đặt các hệ thống ống nhằm thu hồi và đốt khí bãi rác. Nghiên cứu này nhằm đánh giá tiềm năng giảm phát thải KNK và chi phí lợi ích của giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện bằng các phương pháp luận xây dựng cho các dự án trong khuôn khổ Cơ chế phát triển sạch (CDM) đã được Ban chấp hành quốc tế (EB) về CDM công nhận; và phương pháp phân tích chi phí lợi ích (CBA). Kết quả đánh giá chỉ ra rằng, hệ số giảm phát thải KNK của giải pháp này là khoảng 0,12 tấn CO₂tđ/tấn rác được xử lý, tương đương với mức giảm khoảng 57% so với phương án cơ sở. Tuy nhiên, giải pháp này không có hiệu quả về kinh tế với chi phí giảm phát thải vào khoảng 0,54 USD/tCO₂tđ. Nghiên cứu đã đánh giá được tiềm năng giảm phát thải KNK và chi phí lợi ích của giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện ở mức độ chi tiết cho một phương án giảm phát thải cụ thể ở cấp độ cơ sở. Tuy nhiên, các tham số và hệ số phát thải KNK sử dụng cho tính toán vẫn là các hệ số mặc định của IPCC. Do đó, cần có những nghiên cứu sâu hơn về các hệ số đặc trưng quốc gia của Việt Nam cho lĩnh vực chất thải để có thể đạt được các kết quả chính xác hơn.

Từ khóa: Tiềm năng giảm phát thải KNK, chi phí - lợi ích, thu hồi khí bãi rác cho phát điện.

1. Mở đầu

Việt Nam hiện có khoảng 458 bãi rác với quy mô lớn, nhỏ khác nhau đang vận hành trên toàn quốc. Hiện có khoảng 98 bãi chôn lấp tập trung ở các thành phố lớn, trong đó chỉ có 16 bãi chôn lấp được coi là hợp vệ sinh. Còn lại phần lớn là bãi rác tạm, lộ thiên, không có hệ thống thu gom, xử lý nước rác đang là nguồn gây ô nhiễm môi trường và chiếm diện tích lớn. Từ các bãi rác này, một lượng KNK phát thải sẽ gây ô nhiễm môi trường và là một trong những tác nhân góp phần gây ra sự biến đổi khí hậu. Cụ thể, lĩnh vực chất thải đóng góp khoảng 6% tổng lượng phát thải KNK quốc gia (Bộ TNMT, 2017).

Chôn lấp CTR với các thành phần hữu cơ trong điều kiện yếm khí sẽ phát sinh ra khí bãi

rác (LFG) với thành phần chính là mê-tan (CH₄). Đây là một trong 03 loại KNK chính góp phần gây nên hiệu ứng KNK và làm gia tăng nhiệt độ trung bình toàn cầu. Một trong những giải pháp giảm nhẹ được áp dụng đối với các bãi chôn lấp CTR sắp đóng cửa là lắp đặt các hệ thống ống nhằm thu hồi và đốt khí bãi rác nhằm hạn chế tối đa lượng CH₄ từ các bãi chôn lấp này phát thải vào khí quyển. Quá trình đốt CH₄ trong khí bãi rác sẽ phát sinh ra CO₂, tuy nhiên khối lượng các-bon trong CO₂ phát sinh này có nguồn gốc hữu cơ và nằm trong chu trình các-bon nên sẽ không tính là phát thải khí nhà kính.

Bài báo nghiên cứu áp dụng giải pháp chôn lấp CTR có thu hồi khí bãi rác để phát điện cho bãi chôn lấp Nam Sơn, Hà Nội. Từ đó, đánh giá tiềm năng giảm phát thải KNK và chi phí - lợi ích của giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện thông qua nghiên cứu thí điểm nói trên.

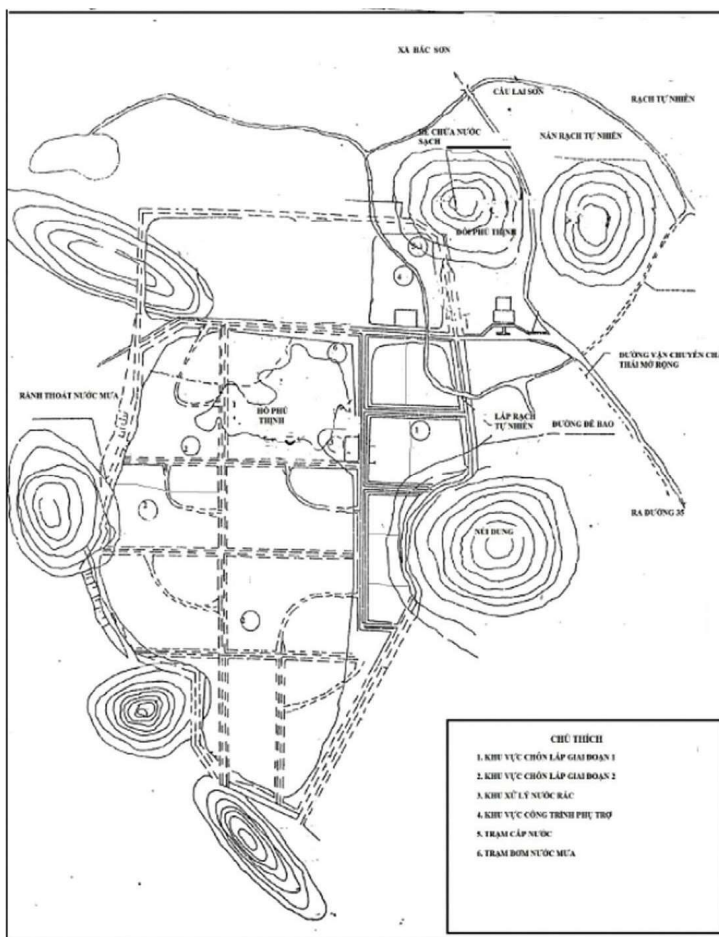
Liên hệ tác giả: Vương Xuân Hòa
Email: hoa.vuongxuan@gmail.com

Các thông số thu thập được của nghiên cứu thí điểm sẽ được áp dụng để đánh giá tiềm năng giảm phát thải KNK của giải pháp này nếu được áp dụng trên phạm vi quốc gia.

Bãi chôn lấp (BCL) CTR Nam Sơn, Sóc Sơn, Hà Nội nằm cách trung tâm Hà Nội khoảng 45 km về phía Bắc, được thành lập và đi vào hoạt động năm 1999 với tổng diện tích gần 85 ha, công suất xử lý 4.200 tấn rác/ngày đêm, hoạt động 24/24h. Khu vực chôn lấp CTR hợp vệ sinh có

diện tích khoảng 56 ha với hệ thống giao thông nội bộ, nhà điều hành (Hình 1).

BCL Nam Sơn có tất cả 10 ô chôn lấp với thời gian vận hành khoảng 22 năm từ 1999 - 2020 với khả năng tiếp nhận cho chôn lấp tại khu liên hiệp xử lý rác là khoảng 9.587.292 m³. Sau khi đóng cửa vào năm 2020, BCL Nam Sơn sẽ áp dụng giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện với công suất là 5 MW. Giải pháp sẽ vận hành trong vòng 15 năm từ 2021 - 2035.



Hình 1. Sơ đồ bãi chôn lấp rác Nam Sơn

2. Phương pháp luận

Để tính toán tiềm năng giảm phát thải KNK từ giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện, phương pháp luận và công cụ tính toán được xây dựng bởi Ban chấp hành quốc tế (EB) cho việc tính toán tiềm năng giảm phát thải của các dự án thuộc Cơ chế phát triển sạch (CDM) sau được áp dụng:

- ACM0001 phiên bản 11.0 về “Phương pháp xây dựng đường cơ sở và giám sát các dự án thu

hồi khí bãi rác” (ACM0001: Consolidated baseline and monitoring methodology for landfill gas project activities);

- Công cụ xác định lượng phát thải mê-tan giảm được so với phương án chôn lấp (phiên bản 4.0, EB41);

- Công cụ xác định lượng phát thải KNK do đốt mê-tan cho phát điện (phiên bản 1.0, EB28);

- Công cụ xác định lượng phát thải cơ sở, phát thải theo phương án giảm nhẹ từ hoạt động tiêu

thụ điện năng (phiên bản 1.0, EB39);

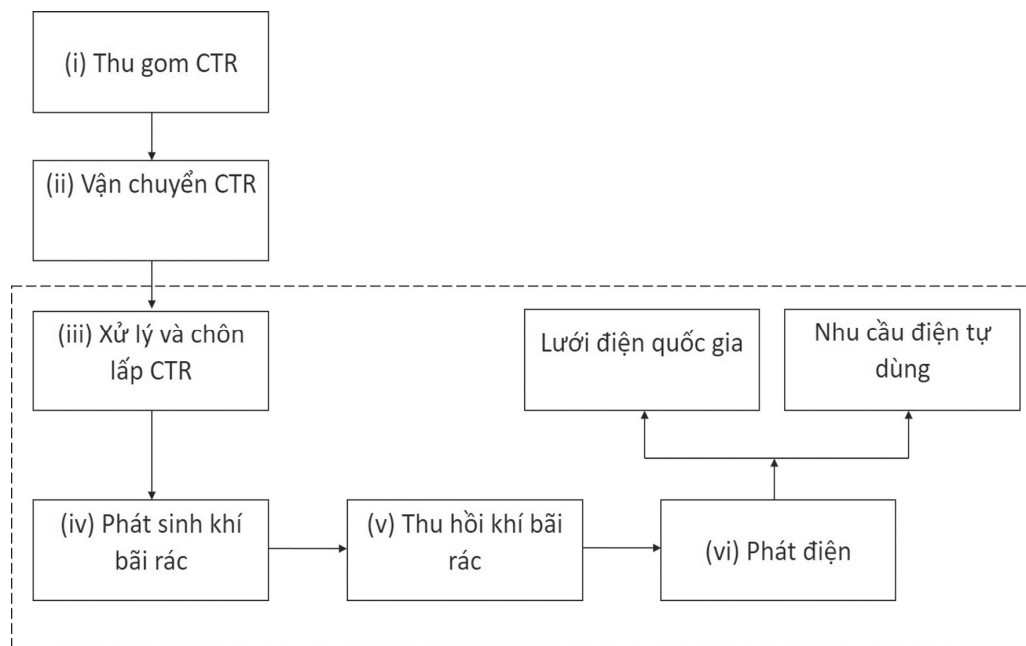
Để tính toán chi phí - lợi ích của giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện, phương pháp phân tích chi phí lợi ích (CBA - Cost Benefit Analysis) được áp dụng.

a. Phạm vi nghiên cứu xác định tiềm năng giảm phát thải của giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện

Quá trình xử lý CTR tại BCL Nam Sơn bao gồm các công đoạn (i) Thu gom CTR trong thành phố Hà

Nội; (ii) Vận chuyển CTR đến BCL Nam Sơn; (iii) Xử lý và chôn lấp CTR; (iv) Phát sinh khí bãi rác; (v) Thu hồi khí bãi rác; (vi) Sử dụng khí bãi rác phát điện cho nhu cầu tự dùng và phát điện lên lưới điện quốc gia. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, chỉ xem xét và đánh giá về lượng giảm phát thải của các hoạt động từ (iii) - (vi). (Hình 2).

Trong phạm vi nghiên cứu của bài báo, các nguồn phát thải KNK và các loại KNK được xem xét và đánh giá được thống kê trong Bảng 1.



Hình 2. Phạm vi nghiên cứu của bài báo

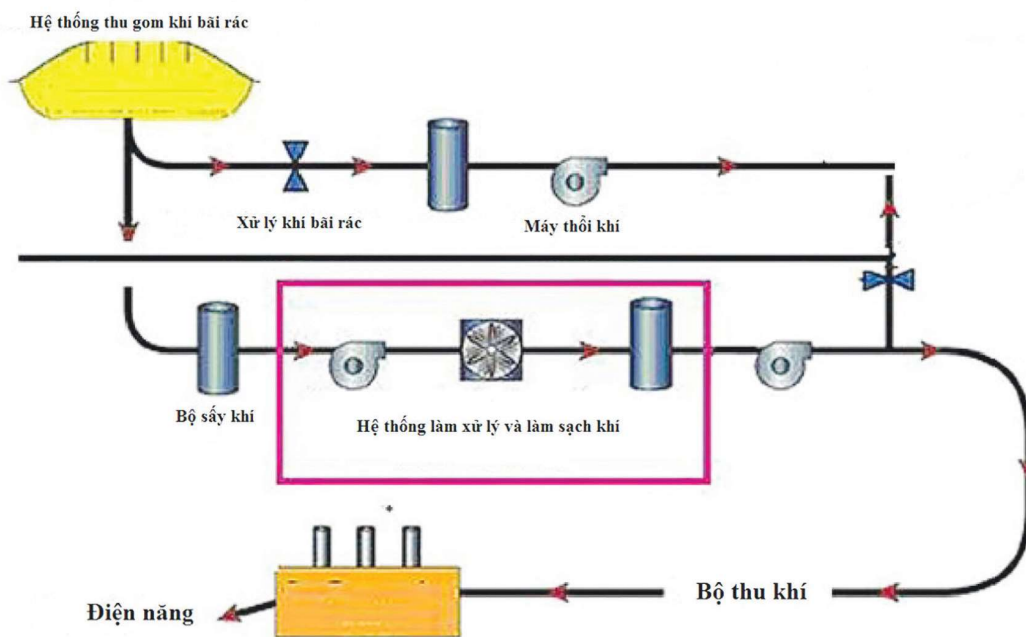
Bảng 1. Các nguồn phát thải và các loại khí nhà kính

	Nguồn	Khí nhà kính	Phạm vi xem xét	Ghi chú
Phương án cơ sở	Phát thải KNK từ phân hủy kỵ khí tại BCL	CH ₄	Có tính	Nguồn phát thải chính từ BCL
		CO ₂	Không tính	Phát thải nhỏ, có thể bỏ qua
		N ₂ O	Không tính	Phát thải nhỏ, có thể bỏ qua
	Phát thải KNK từ sản xuất hoặc tiêu thụ điện năng	CH ₄	Không tính	Tiêu thụ điện năng ít, có thể bỏ qua
		CO ₂	Không tính	
		N ₂ O	Không tính	
Phương án giảm nhẹ	Phát thải KNK từ sử dụng điện năng cho công nghệ giảm nhẹ	CH ₄	Không tính	Phát thải nhỏ, có thể bỏ qua
		CO ₂	Có tính	Nguồn phát thải chính
		N ₂ O	Không tính	Phát thải nhỏ, có thể bỏ qua
	Phát thải KNK từ đốt mê-tan cho phát điện	CH ₄	Không tính	Khí mê-tan đã được đốt để phát điện
		CO ₂	Có tính	
		N ₂ O	Không tính	Phát thải nhỏ, có thể bỏ qua

b. Mô tả phương án cơ sở và phương án giảm nhẹ phát thải khí nhà kính

Phương án cơ sở được xem xét là phương án xử lý toàn bộ CTR đưa đến BCL bằng phương pháp chôn lấp. Toàn bộ khí bãi rác phát thải trong giai đoạn 1999 - 2020 tại BCL Nam Sơn sẽ được tính là phát thải KNK cơ sở. Đây là lượng phát thải làm cơ sở để xác định tiềm năng giảm nhẹ của phương án giảm nhẹ (thu hồi khí bãi rác cho phát điện).

Phương án giảm nhẹ là phương án lắp đặt hệ thống thu hồi khí bãi rác và hệ thống phát điện từ đốt khí sinh học. Theo đó, một phần lượng khí bãi rác sẽ được thu hồi, xử lý và đốt cho phát điện. Do hệ số GWP của CH₄ trong khí bãi rác cao gấp 25 lần CO₂ nên quá trình đốt CH₄ sẽ làm giảm đáng kể phát thải KNK. Bên cạnh đó, điện năng sản xuất được cung cấp cho nhu cầu tự dùng và phát lên lưới điện quốc gia cũng sẽ góp phần làm giảm phát thải KNK (Hình 3).



Hình 3. Sơ đồ thiết bị hệ thống thu gom khí bãi rác và phát điện

c. Phương trình tính tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính

Tiềm năng giảm phát thải KNK của giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện được tính toán theo phương trình (1) dưới đây.

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

Trong đó:

ER_y = Lượng phát thải KNK giảm được trong năm y (tCO_2 tđ)

BE_y = Lượng phát thải KNK cơ sở trong năm y (tCO_2 tđ)

PE_y = Lượng phát thải KNK theo phương án giảm nhẹ trong năm y (tCO_2 tđ)

Lượng phát thải KNK theo phương án cơ sở trong nghiên cứu này chính là lượng phát thải KNK từ phân hủy kỵ khí tại BCL và được tính theo “Công cụ xác định lượng phát thải mê-tan giảm được so với phương án chôn lấp”.

$$CH_4 Emissions = \left[\sum_x CH_4 generated_{x,y} - R_y \right] \times (1 - OX_y) \quad (2)$$

Trong đó:

$CH_4 Emissions$ = Lượng CH₄ phát thải trong năm y , tấn;

$CH_4 generated$ = Lượng CH₄ tạo thành trong năm y , tấn;

y = Năm kiểm kê;

x = Loại vật liệu thải;

R_y = Tỷ lệ thu hồi CH₄ trong năm y , tấn;

OX_y = Hệ số oxy hóa trong năm y , (tỷ lệ).

(là lượng CH₄ bị oxy hóa trong đất hay trong các vật liệu khác và được thực hiện bởi vi khuẩn methanotrophic. Độ dày, đặc tính vật lý và độ ẩm của lớp đất bao phủ ảnh hưởng trực tiếp đến OX_y).

Công thức tính lượng CH₄ tạo thành trong năm y:

$$CH_{4\text{generated},y} = DDOC_{m,decomp,y} \times F \times 16/12 \quad (3)$$

Trong đó:

$DDOC_{m,decomp,y}$ = Lượng C hữu cơ bị phân hủy trong năm T, tấn;

F = Tỷ lệ CH₄ trong khí bãi rác (theo thể tích);

16/12 = Tỷ lệ khối lượng mol phân tử của CH₄ và C.

Công thức tính lượng C hữu cơ bị phân hủy trong năm y:

$$DDOC_{m,decomp,y} = DDOC_{m,y-1} \times (1 - e^{-k}) \quad (4)$$

Trong đó:

$DDOC_{m,y-1}$ = Lượng C hữu cơ có thể phân hủy còn lại vào cuối năm (y-1), tấn;

k = Hằng số tốc độ phân hủy, năm⁻¹.

Công thức tính toán lượng C hữu cơ có thể phân hủy còn lại vào cuối năm (y-1):

$$DDOC_{m,y} = DDOC_{m,y} + (DDOC_{m,y-1} \times e^{-k}) \quad (5)$$

Trong đó:

$DDOC_{m,y}$ = Lượng C hữu cơ có thể phân hủy, còn lại vào cuối năm y, tấn;

$DDOC_{m,y}$ = Lượng C hữu cơ có thể phân hủy, bổ sung vào bãi rác trong năm y, tấn.

Công thức tính toán lượng C hữu cơ có thể phân hủy trong lượng rác đem chôn lấp:

$$DDOC_m = W \times DOC \times DOC_f \times MCF \quad (6)$$

Trong đó:

$DDOC_m$ = Lượng C hữu cơ có thể phân hủy, tấn;

W = Lượng chất thải đem chôn lấp, tấn;

DOC = Tỷ lệ C hữu cơ trên một đơn vị chất thải, tấn C/tấn chất thải;

DOC_f = Tỷ lệ C hữu cơ có thể bị phân hủy;

MCF = Hệ số hiệu chỉnh (phụ thuộc vào điều kiện vận hành bãi).

Các tham số chính trong tính toán phát thải CH₄ từ bãi chôn lấp chất thải rắn gồm có: MCF, DOC, DOC_f , F, R, OX, $y_{1/2}$.

Giá trị DOC tùy thuộc vào từng loại vật liệu khác nhau. Việc lựa chọn thông số DOC theo từng loại vật liệu được thực hiện theo hướng dẫn của IPCC (Bảng 2).

Bảng 2. Giá trị DOC cho các loại vật liệu khác nhau trong chất thải đi chôn lấp

Thành phần CTR đô thị	Tỷ lệ vật liệu khô/ướt (%)	Tỷ lệ DOC trong CTR ướt (%)		Tỷ lệ DOC trong CTR khô (%)		Tỷ lệ tổng C trong CTR khô (%)		Tỷ lệ C hóa thạch trong tổng C (%)	
	Mặc định	Mặc định	Khoảng	Mặc định	Khoảng	Mặc định	Khoảng	Mặc định	Khoảng
Giấy/các-tông	90	40	36-45	44	40-50	46	42-50	1	0-5
Vải	80	24	20-40	30	25-50	50	25-50	20	0-50
Rác thực phẩm	40	15	8-20	38	20-50	38	20-50	-	-
Gỗ	85	43	39-46	50	46-54	50	46-54	-	-
Rác thải vườn, công viên	40	20	18-22	49	45-55	49	45-55	0	0
Tã	40	24	18-32	60	44-80	70	54-90	10	10
Da, cao su	84	39	39	47	47	67	67	20	20
Nhựa	100	-	-	-	-	75	67-85	100	95-100
Kim loại	100	-	-	-	-	NA	NA	NA	NA
Kính	100	-	-	-	-	NA	NA	NA	NA
Loại khác, CT trợ	90	-	-	-	-	3	0-5	100	50-100

Nguồn: IPCC, 2006

Giá trị DOC_f mặc định theo hướng dẫn của IPCC là 0,5.

Giá trị MCF phụ thuộc vào điều kiện vận hành BCL và vị trí của chất thải trong BCL. Cơ sở để đưa ra hệ số hiệu chỉnh MCF chủ yếu dựa vào tỷ lệ chất hữu cơ được phân hủy trong điều kiện

yếm khí. MCF thay đổi từ 0 đến 1, càng nhiều chất hữu cơ được phân hủy trong điều kiện yếm khí thì MCF càng gần 1, và ngược lại. Bảng 3 cung cấp những chỉ số MCF mặc định do IPCC cung cấp cho 5 loại BCL, theo điều kiện vận hành và vị trí của chất thải trong BCL.

Bảng 3. Hệ số MCF theo điều kiện vận hành và vị trí của chất thải trong bãi chôn lấp

Kiểu chôn lấp	Giá trị MCF mặc định
Được quản lý - kỵ khí	1,0
Được quản lý - bán hiếu khí	0,5
Không được quản lý - sâu (>5 m chất thải) và/hoặc cao hơn mực nước ngầm	0,8
Không được quản lý - nông (<5 m chất thải)	0,4
Các bãi chưa được phân loại	0,6

Nguồn IPCC, 2006

F: tỷ lệ CH_4 trong khí bãi rác theo thể tích. Giá trị của F được IPCC khuyến cáo sử dụng là 0,5.

OX: hệ số oxy hóa. Bảng 4 đưa ra các giá trị của OX theo điều kiện vận hành của BCL.

Bảng 4. Giá trị OX theo điều kiện vận hành bãi chôn lấp

Kiểu chôn lấp	Giá trị hệ số oxy hóa (OX) mặc định
Được quản lý, không được quản lý, chưa được phân loại	0
Được quản lý, bao phủ bởi lớp vật liệu oxy hóa CH_4	0,1

Nguồn IPCC, 2006

R: tỷ lệ thu hồi CH_4 : là lượng khí CH_4 được thu hồi ở BCL.

Khí CH_4 thu hồi có thể đốt cháy trực tiếp hay sử dụng như một dạng năng lượng. Nếu khí CH_4 thu hồi được sử dụng như nguồn năng lượng, phát thải từ chúng sẽ được tính và báo cáo trong lĩnh vực năng lượng. Phát thải từ quá trình đốt cháy là không đáng kể, khi phát thải CO_2 là không được tính đến do chu trình cac-bon, còn phát thải N_2O và CH_4 là không đáng kể, nên trong lĩnh vực chất thải không đòi hỏi phải tính lượng phát thải đó. Giá trị mặc định cho R là 0.

Chu kỳ bán rã $t_{1/2}$ là thời gian cần thiết để một lượng cac-bon hữu cơ phân hủy hết một nửa lượng ban đầu. Trong mô hình động học bậc 1 (FOD) giá trị hằng số tốc độ phân hủy k được sử dụng. Mối liên hệ giữa k và $t_{1/2}$ là:

$$k = \ln 2 / t_{(1/2)} \quad (7)$$

Giá trị của chu kỳ bán rã phụ thuộc vào nhiều yếu tố liên quan đến thành phần của chất thải, điều kiện khí hậu tại BCL như vị trí, đặc điểm BCL. Việc tính toán giá trị $t_{1/2}$ cho một bãi chôn lấp có thể được thực hiện theo hai phương pháp chính:

Phương pháp 1: Tính toán giá trị $t_{1/2}$ trung bình cho toàn bộ khối chất thải hỗn hợp;

Phương pháp 2: Chia chất thải theo loại và tính toán theo khả năng phân hủy của chúng.

Bảng 5 đưa ra hướng dẫn lựa chọn các thông số k và $t_{1/2}$ của IPCC theo điều kiện về nhiệt độ và độ ẩm của khu vực chôn lấp và khả năng phân hủy của chất thải chôn lấp:

Theo phương pháp luận ACM0001, phát thải theo kịch bản giảm nhẹ khi áp dụng giải pháp thu hồi và đốt khí bãi rác sẽ bao gồm các phát thải thành phần sau:

- Phát thải từ tiêu thụ điện năng cho áp dụng giải pháp;
- Phát thải từ tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch khi áp dụng giải pháp;
- Phát thải từ vận chuyển và phân phối khí bãi rác bằng xe tải;
- Phát thải từ vận chuyển và phân phối khí bãi rác bằng đường ống.

Tuy nhiên, theo phạm vi áp dụng giải pháp ở cấp quốc gia, phát thải theo kịch bản giảm nhẹ sẽ chỉ còn lại phát thải từ tiêu thụ điện năng cho áp dụng giải pháp thu hồi và đốt khí bãi rác.

Bảng 5. Hướng dẫn lựa chọn giá trị k theo IPCC 2006

Loại chất thải		Điều kiện khí hậu							
		Phương Bắc và khí hậu ôn hòa (MAT<20°C)				Nhiệt đới (MAT>20°C)			
		Khô (MAP/PET<1)		Ướt (MAP/PET>1)		Khô (MAP<1000 mm)		Ướt (MAP>1000 mm)	
		Mặc định	Khoảng	Mặc định	Khoảng	Mặc định	Khoảng	Mặc định	Khoảng
Chất thải chậm phân hủy	Giấy/vải	0,04	0,03-0,05	0,06	0,05-0,07	0,045	0,04-0,06	0,07	0,06-0,085
	Gỗ/rơm rạ	0,02	0,01-0,03	0,03	0,02-0,04	0,025	0,02-0,04	0,035	0,03-0,05
Chất thải phân hủy trung bình	Những chất hữu cơ có thể phân hủy khác (không phải thức ăn)	0,05	0,04-0,06	0,1	0,06-0,1	0,065	0,05-0,08	0,17	0,15-0,2
Chất thải phân hủy nhanh	Rác thực phẩm/bùn thải	0,06	0,05-0,08	0,185	0,1-0,2	0,085	0,07-0,1	0,4	0,17-0,7
Chất thải hỗn hợp		0,05	0,04-0,06	0,09	0,08-0,1	0,065	0,05-0,08	0,17	0,15-0,2

Nguồn: IPCC, 2006

Nguồn phát thải này được tính như sau:

$$PE_y = EC_y * EF_{grid} \quad (8)$$

Trong đó:

$PE_{EC,y}$ = Phát thải từ tiêu thụ điện năng cho áp dụng giải pháp (tCO₂đ);

EC_y = Điện năng tiêu thụ cho áp dụng giải pháp trong năm y (kWh);

EF_{grid} = Hệ số phát thải của lưới điện quốc gia trong năm y (tCO₂đ/kWh);

d. Phương pháp đánh giá lợi ích từ phí xử lý chất thải rắn

Nếu không được xử lý đúng quy trình, CTR từ sinh hoạt của người dân và từ hoạt động sản xuất công nghiệp sẽ gây rất nhiều tác động tiêu cực tới đời sống của người dân. Đối tượng thụ hưởng lợi ích trực tiếp từ quá trình chôn lấp CTR tại dự án là người dân tại các khu vực lân cận BCL. Tổng lợi ích đạt được từ việc xử lý rác thải (B₁) sẽ được tính toán thông qua công thức:

$$B_1 = P * Q \quad (9)$$

Trong đó P là chi phí xử lý trung bình của CTR sinh hoạt và CTR công nghiệp vào năm t và Q là tổng lượng CTR mà dự án xử lý trong năm t.

e. Phương pháp đánh giá lợi ích từ sản xuất điện năng

Giá định giá điện không chịu ảnh hưởng bởi

sản lượng của một dự án đơn lẻ, lợi ích cho xã hội từ sản xuất điện năng sẽ trùng khớp với doanh thu của dự án. Như vậy, tổng lợi ích từ sản xuất điện đối với xã hội của dự án mỗi năm sẽ được tính toán theo công thức:

$$B_2 = P_e * Q \quad (10)$$

Trong đó: P_e là giá điện thu mua, Q là sản lượng điện mỗi năm của dự án.

g. Phương pháp xác định chi phí đầu tư ban đầu

Đối với chi phí đầu tư ban đầu, dữ liệu sẽ được thu thập thông qua bảng hỏi đối với các khu xử lý CTR. Chi phí đầu tư ban đầu (C₁) bao gồm chi phí xây dựng, mua sắm trang thiết bị ban đầu và các khoản phát sinh khác, được trả một lần vào thời điểm trước khi dự án đi vào hoạt động.

h. Phương pháp xác định chi phí vận hành

Chi phí vận hành (C₂) là những khoản chi nhằm đảm bảo hoạt động hiệu quả của dự án, được chi trả hàng năm trong suốt vòng đời. Chi phí vận hành (C₂) bao gồm tiền lương và bảo hiểm cho người lao động; tiền điện, nước, gas; chi phí bảo dưỡng, bảo trì thiết bị; chi phí nguyên vật liệu (phụ gia, men, vi sinh); chi phí liên quan tới đất (thuê, mua đất); và các khoản phát sinh. Trong phân tích chi phí lợi ích, thuế doanh nghiệp được coi là một khoản thanh toán

chuyển giao giữa doanh nghiệp và chính phủ, và không được tính vào lợi ích hoặc chi phí ròng của xã hội.

i. Phương pháp xác định hiệu quả kinh tế trên một đơn vị rác

Hiệu quả kinh tế trên một đơn vị rác được xác định bằng hiệu số của tổng lợi ích với tổng chi phí trên lượng rác giảm được. Công thức cụ thể:

$$NPV_{waste} = \frac{\sum B - \sum C}{W} \quad (11)$$

NPV_{waste} = lợi nhuận dòng trên một đơn vị rác

Bảng 6. Khối lượng rác xử lý tại bãi rác Nam Sơn giai đoạn 1999 - 2007

Năm	Khối lượng trung bình 01 ngày (tấn)	Tổng khối lượng rác được xử lý trong năm (tấn)	Tổng khối lượng rác cộng dồn qua các năm (tấn)
1999	3	1.080	1.080
2000	1.126	410.990	412.070
2001	1.304	475.960	888.030
2002	1.472	537.280	1.425.310
2003	1.606	586.190	2.011.500
2004	1.734	632.910	2.644.410
2005	1.918	700.200	3.344.610
2006	2.225	812.214	4.156.824
2007	2.556	932.764	5.089.588

Nguồn: UNRENCO, 2010

Bảng 7. Khối lượng rác xử lý tại bãi rác Nam Sơn giai đoạn 2008 - 2014

Năm	Khối lượng trung bình 01 ngày (tấn)	Tổng khối lượng rác được xử lý trong năm(tấn)	Tổng khối lượng rác cộng dồn qua các năm (tấn)
2008	2.551	930.958	6.020.547
2009	2.985	1.089.493	7.110.040
2010	3.372	1.230.726	8.340.766
2011	3.792	1.384.017	9.724.783
2012	4.062	1.486.593	11.211.377
2013	3.996	1.458.569	12.669.945
4/2014	3.963	1.204.734	13.874.679

Nguồn: UNRENCO, 2014

Giả định rằng khối lượng CTR trung bình 01 tại BCL Nam Sơn có xu thế tăng dần trong tương lai, lượng CTR được xử lý đến năm 2020 sẽ được ước tính bằng phương pháp ngoại suy dựa trên chuỗi số liệu lịch sử. Theo đó, lượng CTR được xử lý trong giai đoạn 2014 - 2020 được thể hiện

(triệu VND/tấn rác);

B = Lợi ích thu được từ xử lý rác (triệu VNĐ);

C = Chi phí bỏ ra cho việc xử lý rác (triệu VNĐ);

W = Lượng rác được xử lý (tấn rác).

3. Số liệu

a. Số liệu về khối lượng CTR được xử lý tại BCL Nam Sơn

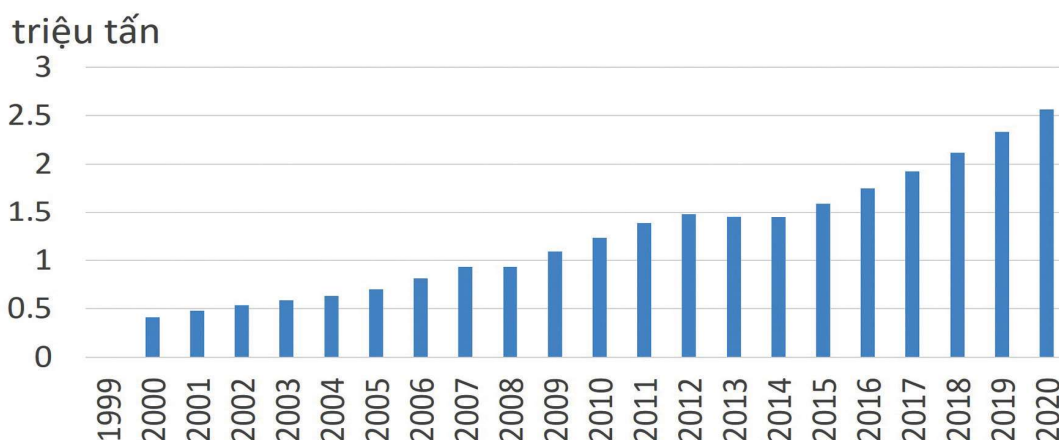
Theo URENCO (2010, 2014), khối lượng rác trung bình một ngày được xử lý tại bãi Nam Sơn qua các năm từ 1999 - 2014 ngày một tăng với tổng khối lượng tích lũy đến tháng 4/2014 là khoảng 13,9 triệu tấn (Bảng 6, Bảng 7).

trong Bảng 8 dưới đây.

Sau khi BCL đóng cửa vào năm 2020 thì lượng CTR tích lũy được xử lý sẽ không thay đổi. Khối lượng CTR được xử lý hàng năm tại BCL Nam Sơn được biểu diễn trong Hình 4.

Bảng 8. Khối lượng rác xử lý tại bãi rác Nam Sơn giai đoạn 2014 - 2020

Năm	Khối lượng trung bình 01 ngày (tấn)	Tổng khối lượng rác được xử lý trong năm (tấn)	Tổng khối lượng rác cộng dồn qua các năm (tấn)
2014	3.963	1.446.495	14.116.439
2015	4.359	1.591.145	15.707.584
2016	4.795	1.750.259	17.457.842
2017	5.275	1.925.285	19.383.127
2018	5.802	2.117.813	21.500.941
2019	6.382	2.329.595	23.830.535
2020	7.021	2.562.554	26.393.089



Hình 4. Khối lượng CTR được xử lý hàng năm tại BCL Nam Sơn

b. Số liệu về thành phần chất thải rắn

Thành phần CTR được xử lý được BCL Nam Sơn được thu thập từ UNRENCO (2012) thông qua điều tra, khảo sát trong khuôn khổ nghiên cứu xây dựng đề xuất NAMA cho lĩnh vực CTR

được thực hiện bởi Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2014). Theo đó, thành phần CTR được thể hiện trong Bảng 9. Thành phần CTR này được giả định là không thay đổi trong cả giai đoạn tính toán từ 1999 - 2020.

Bảng 9. Thành phần CTR và tỉ lệ CTR hữu cơ có thể phân hủy được

	j	Thực phẩm	Giấy	Gỗ	Vải	Thực vật	Nhựa, kim loại thủy tinh,...
Thành phần CTR	W _j	57,3%	5,96%	4,57%	3,79%	2,8%	25,58%
Tỉ lệ hàm lượng hữu cơ phân hủy được trong thành phần CTR (DOC)	DOC _j	15%	40%	43%	24%	20%	0%

Nguồn: URENCO, 2012

c. Số liệu về sản xuất điện năng

Các thông số sử dụng để toán lượng điện năng sản xuất được từ khí bãi rác được tham khảo từ phương pháp luận của CDM ACM0001, Hướng dẫn kiểm kê KNK quốc gia phiên bản 2006 (Bảng 10).

Các loại chi phí cho việc thực hiện giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện bao gồm: (i) Chi phí đầu tư và (ii) Chi phí vận hành. Trong khi đó lợi ích thu được từ phương án giám nhẹ này chỉ là nguồn thu từ bán điện sản xuất được. Các số liệu về chi phí là lợi ích được thống kê trong Bảng 11, Bảng 12 và Bảng 13.

d. Số liệu đánh giá chi phí lợi ích

Bảng 10. Thông số sản xuất điện năng từ khí bãi rác

Thông số	Giá trị	Nguồn
Hệ số sẵn sàng của động cơ sản xuất điện khí sinh học	85%	Thông số động cơ Jenbacher
Hiệu suất của động cơ sản xuất điện khí sinh học	38%	Thông số động cơ Jenbacher
Nhiệt trị của Mê-tan	50.400 kJ/kg	IPCC, 2006
Khối lượng thể tích của khí mê-tan	0,7168 kg/m ³	IPCC, 2006
Hàm lượng CH ₄ trong khí bãi rác	50%	ACM0001

Bảng 11. Chi phí đầu tư cho giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện

Hạng mục thiết bị		Chi phí (tỉ VNĐ)
Hệ thống thu hồi khí	Hệ thống thu hồi khí	46,35
Nhà máy điện	Hệ thống sấy, đường ống, lắp đặt	10,19
	Than hoạt tính	8,15
	Các thiết bị điện	27,17
	Hệ thống giám sát	0,85
	Bộ tích hợp với lưới điện	3,26
	Nghiên cứu và điều phối kỹ thuật	6,55
	Máy phát điện khí sinh học	81,50
	Thuế nhập khẩu	26,21
	Vận chuyển	1,74
	Công xây dựng	2,72
	Nhà vận hành, bảo hiểm, đào tạo	1,36
Tổng	169,65	
Tổng	216	

Nguồn: Tham khảo các dự án CDM về chất thải rắn

Bảng 12. Chi phí vận hành cho giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện

Hạng mục	Chi phí
(tỉ VNĐ/năm)	85%
Chi phí nhân công	0,69
Chi phí bảo dưỡng hệ thống thu khí	2,78
Chi phí bảo dưỡng nhà máy điện	3,37
Các tiêu dùng khác	2,72
Chi phí bảo hiểm	0,22
Chi phí bảo trì máy phát điện khí sinh học	15,69
Tổng	25,45

Nguồn: Tham khảo các dự án CDM về chất thải rắn

Một số các tham số khác được sử dụng để tính toán chi phí lợi ích của giải pháp thu hồi khí

bãi rác cho phát điện bao gồm:

Bảng 13. Các tham số tính toán chi phí lợi ích cho giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện

Hạng mục	Giá trị	Đơn vị
Số năm thực hiện giải pháp	15	năm
Tỉ lệ chiết khấu	7	%
Thuế thu nhập	25	%
Giá bán điện	949	VNĐ/kWh
Chi phí dự phòng	2	%

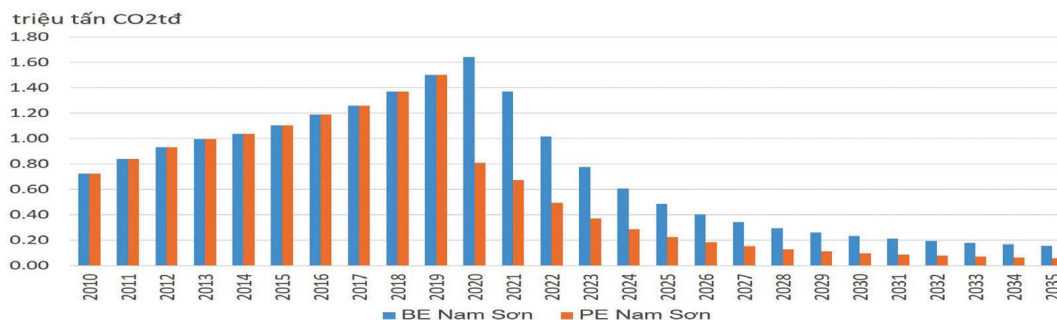
Nguồn: Tham khảo các dự án CDM về chất thải rắn của BCL Nam Sơn. Nếu xét lượng phát thải KNK trên một đơn vị rác thải được xử lý thì BCL có giá trị khoảng 0,12 tấn CO₂tđ/tấn rác.

4. Kết quả và thảo luận

a. Tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính

Kết quả tính toán phương án cơ sở chỉ ra rằng tổng lượng phát thải KNK tích lũy của BCL Nam Sơn trong cả vòng đời là khoảng 24,8 triệu tấn CO₂tđ, với lượng phát thải trung bình đạt 486 nghìn tấn CO₂tđ/năm. Lượng phát thải này tăng dần và sẽ đạt đỉnh vào năm 2020 với khoảng 1,64 triệu tấn CO₂tđ, sau đó sẽ giảm dần đến năm 2035. Điều này là do, sau năm 2020, BCL Nam Sơn đóng cửa và không nhận thêm lượng CTR mới. Kết quả tính toán này hoàn toàn phù hợp với kế hoạch xử lý CTR

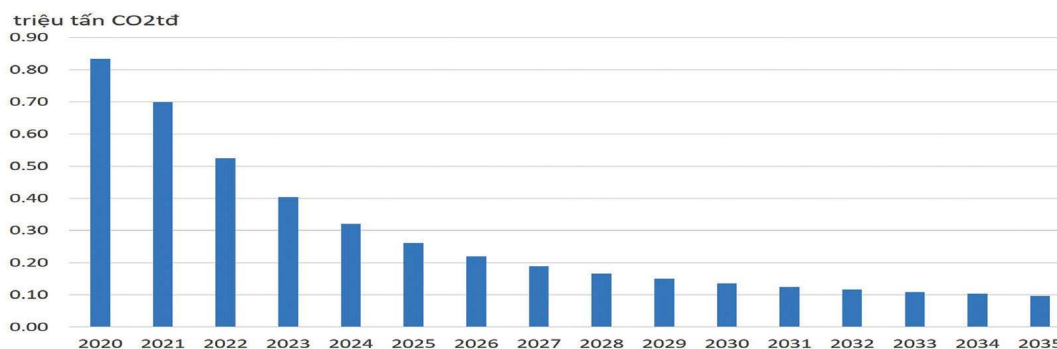
Theo phương án giảm nhẹ, lượng phát thải KNK trước năm 2020 là giống với phương án cơ sở. Từ năm 2020 đến năm 2035 khi giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện được áp dụng, một lượng khí bãi rác sẽ được thu hồi và đốt cho phát điện, do đó phát thải sẽ ít hơn so với phương án cơ sở. Cụ thể là năm 2020, phương án giảm nhẹ chỉ phát thải khoảng 0,81 triệu tấn CO₂tđ và chỉ phát thải khoảng 0,06 triệu tấn CO₂tđ vào năm 2035.



Hình 5. Phát thải theo phương án cơ sở và phương án giảm nhẹ tại BCL Nam Sơn

Tổng lượng phát thải giảm được theo phương án giảm nhẹ trong giai đoạn 2020 - 2035 là khoảng 4,5 triệu tấn CO₂tđ, với lượng

giảm trung bình là khoảng 278 nghìn tấn CO₂tđ/năm, tương đương với mức giảm khoảng 57% so với phương án cơ sở.



Hình 5. Phát thải theo phương án cơ sở và phương án giảm nhẹ tại BCL Nam Sơn

b. Chi phí lợi ích

Tổng chi phí đầu tư cho việc áp dụng giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện với công suất 5MW tại Nam Sơn tương đương 216 tỉ VNĐ, tương đương 9,3 triệu USD. Chi phí vận hành tính được khoảng 25,5 tỉ VNĐ/năm, tương đương với khoảng 1,1 triệu USD/năm.

Suất đầu tư cho một nhà máy điện rác tính được vào khoảng 43,2 tỉ VNĐ/MW tương đương khoảng 1,86 triệu USD/MW. Chi phí vận hành

tính được khoảng 5,1 tỉ VNĐ/MW/năm tương đương khoảng 0,22 triệu USD/MW/năm.

Giá trị hiện tại ròng (NPV) của giải pháp trong thời gian vận hành 15 năm từ 2021 - 2025 là -55,66 tỉ VNĐ, tương đương -2,4 triệu USD. Như vậy là phương án giảm nhẹ KNK áp dụng giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện không có hiệu quả về kinh tế. Bên cạnh đó, để giảm được 1 tấn CO₂tđ, giải pháp sẽ phải tiêu tốn 0,54 USD (Bảng 14).

Bảng 14. Chi phí lợi ích của giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện tại BCL Nam Sơn

Chi phí đầu tư (triệu USD)	Chi phí vận hành (triệu USD)	Giá trị hiện tại ròng (NPV) (triệu USD)	Chi phí giảm phát thải (USD/tCO ₂ tđ)
9,3	16,4	-2,4	0,54

5. Kết luận

Việc tính toán tiềm năng giảm phát thải và chi phí lợi ích là cơ sở cho việc đánh giá hiệu quả và tính khả thi của các giải pháp xử lý CTR thay thế chôn lấp CTR nói chung và các giải pháp giảm phát thải KNK nói riêng. Đồng thời, tiềm năng giảm phát thải và chi phí lợi ích cũng là những tiêu chí chính cho việc lựa chọn ưu tiên để thực hiện các giải pháp giảm phát thải KNK.

Đối với lĩnh vực CTR, việc áp dụng các phương pháp luận của CDM đã được EB công nhận và Hướng dẫn kiểm kê KNK của IPCC phiên bản 2006 là phù hợp với điều kiện Việt Nam. Các phương pháp luận này đủ chi tiết để đánh giá cho phạm vi từng dự án, giải pháp riêng lẻ, đồng thời cũng có thể đơn giản hóa để tính toán cho quy mô xử lý CTR của vùng hoặc quốc gia. Bên cạnh đó, để có thể tính toán chính xác hơn, cần

có những nghiên cứu sâu hơn về hệ số phát thải đặc trưng quốc gia của Việt Nam trong lĩnh vực chất thải rắn.

Kết quả tính toán tiềm năng giảm phát thải và chi phí lợi ích thí điểm cho việc áp dụng giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện tại BCL Nam Sơn chỉ ra rằng giải pháp này có tiềm năng giảm phát thải KNK đáng kể, với mức giảm tương đương 57% so với phương án cơ sở. Tuy nhiên, với chi phí thiết bị và mức chi phí đầu tư như hiện nay giải pháp này lại không có hiệu quả về mặt kinh tế. Nếu so sánh tương quan giữa lợi ích về giảm phát thải và hiệu quả kinh tế thì, chi phí giảm phát thải khí nhà kính của giải pháp này là không cao, chỉ khoảng 0,54 USD/tCO₂tđ. Do vậy, nếu có các cơ chế hỗ trợ phù hợp như giá tín chỉ các-bon hay thuế các-bon thì giải pháp này sẽ vừa có hiệu quả về kinh tế và vừa có hiệu quả giảm phát thải KNK.

Tài liệu tham khảo

1. IPCC (1996), *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
2. IPCC (2006), *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
3. Bộ TN&MT (2017), *Báo cáo cập nhật hai năm một lần lần thứ 2 của Việt Nam cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về Biến đổi khí hậu (UNFCCC)*, Nhà xuất bản Tài Nguyên, Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
4. UNRENCO(2010), *Báo cáo khảo sát số liệu về hiện trạng xử lý chất thải rắn tại bãi chôn lấp Nam Sơn giai đoạn 1999 - 2007*.
5. URENCO (2012), *Báo cáo khảo sát số liệu về thành phần chất thải rắn tại bãi chôn lấp Nam Sơn*.
6. URENCO (2014), *Báo cáo khảo sát số liệu về hiện trạng xử lý chất thải rắn tại bãi chôn lấp Nam Sơn giai đoạn 2008 - 2014*.

EVALUATING MITIGATION POTENTIAL AND COST - BENEFIT OF LANDFILL GASES RECOVERING FOR ELECTRICITY GENERATION, CASE STUDY: NAM SON LANDFILL, HA NOI

Vuong Xuan Hoa⁽¹⁾, Dang Quoc Viet⁽²⁾, Vu Dinh Nam⁽³⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

⁽²⁾German International Cooperation

⁽³⁾Ministry office, Ministry of Natural Resources and Environment

Received: 15 May 2018; Accepted: 26 June 2018

Abstract: Solid waste disposal (SWD) with organic components under anaerobic conditions will cause greenhouse gas (GHG) emissions. GHG emissions from the waste sector contribute about 6% of the country's total greenhouse gas emissions. One of the mitigation measures applied to closed-down landfills is the installation of piping systems for collecting and burning of landfill gas. This study aims to assess the potential for GHG emission reduction and the cost-benefit of landfill gas recovering for power generation using methodologies developed for CDM projects which has been recognized by the CDM Executive Board (EB); and cost-benefit analysis (CBA). The results show that the GHG emission reduction of this solution is about 0.12 tons CO₂eq/ton of treated waste, equivalent to a reduction of about 57% compared to the baseline. However, this solution is not economically viable with a cost reduction of about 0.54 USD/tCO₂e. The study assessed the potential for GHG emission reductions and the cost benefits of landfill gas recovery solutions for a specific case. However, the parameters and GHG emission factors used for calculation are default. Therefore, more in-depth studies on Vietnam's country specific emission factors for the waste sector are needed in order to achieve more accurate results.

Keywords: Mitigation potential, cost - benefits, landfill gases recovering for electricity generation.