

TÍNH TOÁN TIỀM NĂNG KHÍ MÊ-TAN TỪ BÃI CHÔN LẤP CHẤT THẢI RẮN NAM SƠN, HÀ NỘI

Nguyễn Thị Thế Nguyên¹, Phạm Quỳnh Thêu²

Tóm tắt: Công nghệ chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt có thu hồi khí phục vụ phát điện hiện được áp dụng nhiều nơi trên thế giới song vẫn chưa được áp dụng nhiều tại Việt Nam. Để xây dựng được hệ thống phát điện sử dụng khí bãi rác, cần thiết phải đánh giá trữ lượng khí mê tan (CH_4) của rác thải cũng như chi phí - lợi ích từ các phương pháp sử dụng thu gom khí, xử lý. Trong nghiên cứu này, mô hình LandGEM 3.02 được áp dụng để tính toán lượng khí CH_4 phát thải và tiềm năng điện khí từ bãi chôn lấp Nam Sơn, Hà Nội. Các tham số của mô hình được tính toán lại theo điều kiện tự nhiên, thành phần chất thải và thực tế quản lý bãi rác Nam Sơn. Kết quả nghiên cứu cho thấy hằng số tốc độ sinh khí CH_4 và khả năng sinh khí CH_4 từ chất thải rắn tại bãi rác Nam Sơn là $0,06 \text{ năm}^{-1}$ và $56,4 \text{ m}^3/\text{tấn}_{CTR}$. Ô chôn lấp có dung tích thiết kế là 1,5 triệu tấn rác, tỉ lệ tiếp nhận rác thải là 1,5 triệu tấn rác/năm, thời gian đóng bãi là 1 năm có thể phát sinh ra $4.941.515 \text{ m}^3 CH_4$ và tạo ra 10,9 triệu kWh trong năm đầu tiên. Vào những năm sau đó, lượng khí CH_4 và tiềm năng điện khí giảm dần với tốc độ 6%/năm và có thể kéo dài đến 30 năm sau khi đóng bãi.

Từ khóa: phát thải mê tan, chất thải rắn sinh hoạt, LandGEM, Nam Sơn.

1. TỔNG QUAN

Chất thải rắn (CTR) sinh hoạt bao gồm các loại CTR phát sinh từ các hộ gia đình, khu công cộng, khu thương mại các cơ sở y tế và các cơ sở sản xuất,... Chất thải rắn đang là thách thức của các đô thị lớn trên thế giới vì ngoài việc gây ô nhiễm môi trường cảnh quan, sức khỏe con người, một lượng khí nhà kính (KNK) phát sinh từ CTR đã góp phần không nhỏ đến sự nóng lên toàn cầu. Hoạt động xử lý chất thải nói chung và xử lý CTR nói riêng đã góp đáng kể vào việc phát thải các KNK, trong đó đáng quan tâm là khí thải từ các bãi chôn lấp (BCL) và quá trình ủ CTR. Các khí hình thành trong bãi chôn lấp CTR chủ yếu là amôniac, cacbon oxit, cacbon đioxit (CO_2), hiđrô, hiđrô sunfua, mê tan (CH_4) và phần lớn hình thành do quá trình phân hủy các chất hữu cơ trong rác thải. Hai khí nhà kính CH_4 và CO_2 chiếm hầu hết thành phần khí phát thải từ bãi rác, trong đó CH_4 chiếm từ 45 - 60% và CO_2 chiếm từ 40 - 60% (Thompson et al., 2009; Farideh, 2014, LMOP, 2017). Quản lý khí thải từ

các BCL và bãi rác đô thị là một vấn đề lớn ngày càng tăng trên toàn thế giới do đây là chất dễ cháy, nổ, nguy hiểm cho sức khỏe con người và gây ô nhiễm môi trường (Markgraf, 2016).

Hiện nay, để giảm thiểu phát thải KNK từ CTR, người ta thường áp dụng các công nghệ xử lý như chôn lấp CTR có thu hồi khí phục vụ phát điện, đốt CTR có thu hồi năng lượng, sản xuất phân hữu cơ và tái chế CTR (Minh và nnk, 2017). Công nghệ chôn lấp có thu hồi khí phục vụ phát điện đã được áp dụng nhiều nơi trên thế giới (Nguyen và Marteen, 2017). Tại Mỹ, tính đến tháng 6 năm 2017, có tới 634 dự án năng lượng khí bãi rác hoạt động tại 48 tiểu bang và 1 vùng lãnh thổ, trong đó, 75% dự án phát điện từ khí bãi rác và tạo ra 17 tỷ kilowatt-giờ (kWh) điện (LMOP, 2017). Để xây dựng được hệ thống máy phát điện sử dụng khí bãi rác, cần thiết phải đánh giá trữ lượng khí CH_4 của rác thải cũng như chi phí - lợi ích từ các phương pháp sử dụng thu gom, xử lý khí.

Trên thế giới có khá nhiều mô hình ước tính phát thải khí CH_4 từ CTR chôn lấp. Thompson et al. (2009) đã áp dụng các mô hình EPER,

¹ Trường Đại học Thủy lợi, Hà Nội

² Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia

TNO, mô hình của Bỉ, LandGEM và Scholl Canyon để ước tính lượng khí CH₄ phát thải tại 35 BCL ở Canada. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng mô hình của Bỉ, Scholl Canyon và mô hình LandGEM cho ra kết quả tốt hơn các mô hình hiện có khác. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy giá trị cacbon hữu cơ có thể phân hủy (DOC_f) sử dụng cho các mô hình ước tính là 0,5 cho kết quả hợp lý hơn giá trị 0,77. Theo Minh và nnk (2017), định lượng phát thải khí CH₄ tính toán từ mô hình LandGEM phiên bản 2.01 trong nghiên cứu của Laura Capelli và cộng sự (2014) cho sai số đáng kể, liên quan đến các thông số đầu vào cho mô hình, đồng thời, hàm lượng CO₂ từ BCL luôn cao hơn khí CH₄ và có sự lệch pha giữa đỉnh cực đại của hai loại khí này. Farideh Atabi và cộng sự (2014) sử dụng mô hình LandGEM 3.0 cho bãi chôn lấp Kahrizak, Iran để ước tính hàm lượng CH₄ và CO₂ thấp hơn 10% so với thực tế (Minh và nnk, 2017). Tốc độ phân hủy ảnh hưởng lớn đến hàm lượng khí bãi rác cũng như độ sâu của BCL, nhiệt độ và mật độ chất thải. Các mô hình ước tính phát thải khí CH₄ như TNO, mô hình của Bỉ và LandGEM đã được sử dụng ở nhiều nước như Đan Mạch, Hà Lan và Hoa Kỳ còn IPCC lại sử dụng mô hình Scholl Canyon để tính toán phát thải CH₄. Bốn mô hình trên đều sử dụng phương trình phân rã bậc một để ước tính phát thải khí CH₄.

Tại Việt Nam cũng đã có một số nghiên cứu về phát thải phát thải KNK từ BCL chất thải rắn. Trần Ngọc Tuấn và Thân Thị Ánh Điệp (2014) đã được sử dụng mô hình LandGEM để đánh giá mức độ giảm phát thải khí CO₂ của phương pháp ủ so với chôn lấp CTR ở thành phố Huế. Trong nghiên cứu này, hệ số hiệu chỉnh CH₄ (MFC), giá trị các bon hữu cơ dễ phân hủy (DOC), phần thể tích khí CH₄ trong khí bãi rác (F) được để mặc định và tính toán với 02 kịch bản: toàn bộ rác được mang đi chôn lấp và toàn bộ được đưa vào ủ. Một cách tương tự, Nguyễn Thị Khánh Tuyền (2016) đã đánh giá phát thải khí CH₄ và CO₂ từ BCL chất thải rắn Nam Bình Dương bằng mô hình LandGEM với tham số MFC, DOC và F được lấy mặc

định. Nhóm nghiên cứu của Thái Thị Thanh Minh (2017) lại sử dụng cách tính toán phát thải khí CH₄ của IPCC để đánh giá tiềm năng và hiệu quả kinh tế giảm nhẹ phát thải KNK từ một số công nghệ xử lý CTR sinh hoạt hữu cơ tại Hà Nội, bao gồm: chôn lấp không thu hồi khí, chôn lấp thu hồi khí phục vụ phát điện (áp dụng tại Nam Sơn) và sản xuất phân sinh học (áp dụng tại Cầu Diễn). Nghiên cứu này sử dụng các hệ số mặc định của phương pháp tính toán. Nghiên cứu của Nguyễn Thị Khánh Tuyền và cộng sự (2015) cũng ứng dụng mô hình IPCC để tính toán phát thải CH₄ từ rác thải sinh hoạt tại thành phố Thủ Dầu Một, tỉnh Bình Dương. Các tham số đầu vào cho mô hình này như MFC, DOC, F cũng đều để mặc định. Như vậy, có thể thấy rằng một số nghiên cứu tính phát thải KNK từ BCL tại Việt Nam đã sử dụng mô hình LandGEM hoặc mô hình IPCC với nhiều thông số mặc định đã có sẵn trong mô hình. Cách tính toán như vậy chắc chắn sẽ có những sai số nhất định do các điều kiện về độ ẩm, lượng mưa và tình hình quản lý BCL chất thải rắn của Mỹ khác với của Việt Nam.

Nghiên cứu này được tiến hành nhằm tính toán lượng khí CH₄ phát thải và tiềm năng điện khí từ BCL Nam Sơn, Hà Nội. Mô hình LandGEM phiên bản 3.02 (phiên bản mới nhất) được áp dụng để tính toán phát thải CH₄. Các tham số của mô hình được tính toán lại theo điều kiện tự nhiên, thành phần chất thải và thực tế quản lý bãi rác của Nam Sơn. Nghiên cứu này góp phần làm sáng tỏ cách thức áp dụng mô hình LandGEM để ước tính phát thải KNK từ BCL chất thải rắn trong điều kiện của Việt Nam. Kết quả nghiên cứu cũng góp phần cung cấp thông tin cho việc sử dụng hiệu quả hệ thống phát điện từ khí bãi rác tại BCL Nam Sơn - Hà Nội.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Giới thiệu về khu vực nghiên cứu

Bãi rác Nam Sơn (huyện Sóc Sơn, Hà Nội) chính thức đi vào hoạt động từ năm 1999. Bãi rác có tổng diện tích là 157 ha, trong đó giai đoạn 1 có diện tích 83,6 ha với 10 ô chôn lấp được thiết kế xây dựng và vận hành theo đúng

quy trình chôn lấp chất thải hợp vệ sinh. Các ô chôn lấp từ 1 đến 8 đã được đóng bãi. Ô chôn lấp 9, 10 cũng chuẩn bị đóng bãi. Giai đoạn 2 có diện tích 73 ha được triển khai năm 2015, gồm có ô chôn lấp 11 đến 18. Trong 18 năm từ 2000 đến 2018, khoảng 15 triệu tấn rác thải sinh hoạt được xử lý bằng công nghệ chôn lấp tại đây.

Công suất xử lý của bãi rác hiện nay khoảng 4.200 đến 4.500 tấn rác/ngày đêm, hoạt động 24/24 giờ. Tỷ lệ thành phần rác thải sinh hoạt tại bãi rác Nam Sơn được trình bày trong bảng 1. Cuối năm 2017, dự án thu hồi khí gas để phát điện tại Nam Sơn đã được ký kết song tiến độ triển khai dự án còn khá chậm.

Bảng 1. Tỷ lệ thành phần rác thải chôn lấp tại bãi rác Nam Sơn

STT	Thành phần	Tỷ lệ (%)
1	Giấy và dệt may	12,4
-	Giấy	6,53
-	Vải sợi	5,83
2	Chất thải vườn, công viên	19,4
	Lá cây, cỏ, thực vật	19,4
3	Chất thải thực phẩm	34,5
-	Thực phẩm, chất thải thực phẩm	43,3
4	Gỗ	2,51
5	Các chất vô cơ khác và chất hữu cơ khó phân hủy	12,0
6	Các hạt <10mm	19,2

Nguồn: URENCO, 2018

2.2. Ước tính lượng khí CH₄ phát thải từ việc chôn lấp rác thải sinh hoạt

Khí CH₄ từ BCL rác được ước tính theo mô hình LandGEM 3.02 như sau (Amy et al., 2005):

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0.1}^1 k L_0 (M_i/10) (e^{-kt_{ij}}) \quad (1)$$

Trong đó:

Q_{CH_4} : Tốc độ dòng khí mêtan ước tính ($m^3/năm$)

i: Thời gian tăng 1 năm

n: Năm tính toán - năm đầu tiên tiếp nhận chất thải

j: Thời gian tăng 0,1 năm.

k: Hằng số tốc độ phát thải khí CH₄ ($năm^{-1}$)

L_0 : Khả năng phát thải khí CH₄ ($m^3/tấn_{CTR}$)

M_i : Khối lượng CTR được xử lý trong năm thứ i (tấn)

t_{ij} : Tuổi của phần thứ j của khối lượng chất thải M_i được chấp nhận trong năm thứ i

Các thông số trong mô hình LandGEM 3.02 được xác định như sau:

- Hằng số tốc độ phát thải khí CH₄ (k , $năm^{-1}$): được xác định dựa trên lượng mưa theo phương trình sau (US. EPA, 2004):

$$k = 3,2.10^{-5}(x) + 0,01 \quad (2)$$

Trong đó: x là lượng mưa trung bình hàng năm.

Theo số liệu thống kê của Cục Thống kê Hà Nội, tổng lượng mưa hàng năm tại Hà Nội trong giai đoạn 2008 – 2017 dao động từ 1.239 mm đến 2.268 mm/năm, trung bình hàng năm khoảng 1.723 mm/năm.

- Khả năng phát thải khí CH₄ (L_0 , $m^3/tấn_{CTR}$) được tính theo công thức của IPCC (2006):

$$L_0 = L_0' / \rho_{CH_4} \quad (3)$$

$$L_0' = F \times DOC \times DOC_f \times MCF \times \quad (4)$$

16/12

Trong đó:

L_0 và L_0' : Khả năng phát thải khí CH₄ tính theo đơn vị $m^3/tấn_{CTR}$ và $tấn_{CH_4}/tấn_{CTR}$

ρ_{CH_4} : Mật độ khí CH₄ từ khí bãi rác ($tấn_{CH_4}/m^3_{CH_4}$)

F: Phần thể tích khí mê tan trong khí bãi rác

DOC: Các bon hữu cơ dễ phân hủy ($tấn_C/tấn_{CTR}$)

DOC_f: Phần DOC phân hủy kỵ khí trong BCL rác

MCF: Hệ số hiệu chỉnh CH₄

16/12: Hệ số cân bằng CH₄/C

Trong nghiên cứu này, hệ số ρ_{CH_4} và F được tham khảo từ kết quả khảo sát quan trắc tại bãi rác Nam Sơn của URENCO và lấy là $7,2 \times 10^{-3}$ tấn/m³ và 54% (URENCO, 2018). Giá trị của hệ số MFC được xác định dựa vào kiểu BCL rác. Thiết kế bãi rác Nam Sơn theo kiểu BCL sâu với chiều sâu của các ô chôn lấp lớn hơn 5 m và rác thải chôn lấp chưa được phân loại. Do đó, giá trị của MFC được lựa chọn là 0,8 dựa theo tiêu chuẩn IPCC (2006). Hệ số DOC_f xác định theo IPCC (2006) và có giá trị tương ứng là 0,5. Giá trị DOC được xác định như sau (IPCC, 2006):

$$DOC = (0,4 \times A) + (0,17 \times B) + (0,15 \times C) + (0,3 \times D) \quad (5)$$

Trong đó:

A: % thành phần giấy và vải trong CTR.

B: % thành phần chất thải vườn, công viên trong CTR.

C: % thành phần chất thải thực phẩm trong CTR.

D: % thành phần gỗ và rom trong CTR.

Trong mô hình LandGEM, việc tính toán lượng khí CH₄ phát thải còn liên quan đến thời gian đóng BCL. Tại bãi rác Nam Sơn, rác thải được đổ vào từng ô chôn lấp, nếu ô chôn lấp đạt dung tích thiết kế thì sẽ đóng bãi và chuyển sang ô tiếp theo. Do vậy, việc ước tính lượng khí CH₄ phát thải tại bãi rác Nam Sơn được ước tính cho từng ô chôn lấp. Tính đến 2018, khoảng 15 triệu tấn rác thải sinh đã được chôn lấp tại 10 ô chôn lấp của bãi rác Nam Sơn hay trung bình 1 ô chôn lấp sẽ có chứa khoảng 1,5 triệu tấn rác. Công suất hiện tại của bãi rác Nam Sơn là 4.200 tấn/ngày, tương đương với khoảng 1,5 triệu tấn rác/năm. Như vậy, nghiên cứu sẽ tính toán lượng khí CH₄ phát sinh từ 1 ô chôn lấp có dung tích thiết kế là 1,5 triệu tấn rác, tỉ lệ tiếp nhận rác thải là 1,5 triệu tấn rác/năm, thời gian đóng bãi là 1 năm, thời gian tính khí CH₄ phát thải là 50 năm sau tiếp nhận chất thải.

Bảng 2. Tổng hợp số liệu đầu vào để tính toán phát thải khí mê tan

Thông số	Giá trị	Nguồn số liệu
Lượng mưa hàng năm tại Hà Nội (mm)	1723,1	Cục Thống kê Hà Nội (2008-2017)
Phần DOC phân hủy kỵ khí trong BCL (DOC _f)	0,5	IPCC (2006)
Phần thể tích khí mê tan trong khí bãi rác (F)	0,5	URENCO (2018)
Hệ số hiệu chỉnh CH ₄ (MCF)	0,8	IPCC (2006)
Mật độ khí CH ₄ từ khí bãi rác (ρ_{CH_4} , tấn/m ³)	$0,72 \times 10^{-3}$	URENCO (2018)
Khối lượng CTR được xử lý tại một ô chôn lấp (M _i , tấn)	1,5 triệu	Lấy trung bình theo thống kê khối lượng rác thải tại BCL Nam Sơn từ 2000 đến 2018
Tỉ lệ tiếp nhận rác thải (tấn/năm)	1,5 triệu	URENCO (2018)
Thời gian đóng bãi (năm)	1	
Thời gian tính khí CH ₄ phát thải (năm)	50	

Ghi chú: Các số liệu về thành phần CTR phục vụ tính toán đã được trình bày trong bảng 1.

2.3. Ước tính tiềm năng phát điện từ khí CH₄ thu hồi

Ước tính tiềm năng điện tạo ra từ khí CH₄ thu hồi được như sau (Ivaylo et al., 2014):

$$P_{el} = Q_{CH_4} \times H_{TT} \times \beta \times \eta \quad (7)$$

Trong đó:

P_{el}: Năng lượng điện (kWh)

H_{TT}: Hiệu suất thu hồi khí.

B: Giá trị nhiệt thấp của CH₄ ($\beta = 9,0 \text{ kWh/m}^3$)
 η : Hiệu suất phát điện.

Hiệu suất thu hồi là thước đo khả năng của một hệ thống thu gom khí CH₄ được tạo ra tại BCL. Hiệu suất thu hồi khí được tính toán thực nghiệm tại các BCL thông thường tại Hoa Kỳ khoảng 50 - 95%, trung bình hiệu suất thu hồi là 75% là phổ biến nhất, US. EPA áp dụng tỷ lệ thu hồi khí mặc định là 75% (Markgraf et al.,

2009). Trong nghiên cứu của Thompson et al. (2009), giá trị tỷ lệ thu hồi 80% được áp dụng cho 35 BCL tại Canada.

Hiệu suất phát điện phụ thuộc vào động cơ đốt khí bãi rác để phát điện. Hầu hết các cơ sở sử dụng khí bãi rác phát điện đang hoạt động trên thế giới sử dụng các các thiết bị như động cơ đốt trong, tua bin khí hoặc microturbine. Tùy vào công nghệ, động cơ đốt trong khác nhau mà hiệu suất phát điện sẽ khác nhau. Theo Ivalo et al. (2014) hiệu suất phát điện của động cơ đốt trong dao động là 30-42%.

Trong nghiên cứu này, giá trị hiệu suất thu hồi CH₄ và hiệu suất phát điện được lựa chọn là 70% và 35%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hằng số tốc độ sinh khí CH₄ và khả năng sinh khí CH₄ từ CTR tại bãi rác Nam Sơn

Dựa vào lượng mưa trung bình của Hà Nội trong giai đoạn 2008 - 2017, thành phần CTR, đặc điểm khí CH₄ phát sinh và tình hình quản lý bãi rác Nam Sơn, nghiên cứu đã tính toán được hằng số tốc độ sinh khí CH₄ và khả năng sinh khí CH₄ từ CTR tại bãi rác Nam Sơn là $k = 0,06 \text{ năm}^{-1}$ và $L_0 = 56,4 \text{ m}^3/\text{tấn}_{\text{CTR}}$. So với hằng số tốc độ sinh khí “k” mà US. EPA công bố áp dụng tại Mỹ ($k = 0,02 - 0,05 \text{ năm}^{-1}$) hay trong nghiên cứu của Thompson et al. cho 5 BCL tại Canada thì hằng số “k” tại bãi rác Nam Sơn cao hơn một chút (Bảng 3). Nguyên nhân là do hằng số “k” phụ thuộc nhiều vào lượng mưa trung bình của khu vực có bãi rác (công thức 2), trong khi đó lượng mưa trung bình tại Hà Nội cao hơn lượng mưa trung bình của Mỹ hay tại một số khu vực tại Canada (Bảng 3).

Bảng 3. Hằng số tốc độ sinh khí CH₄ (k) và khả năng sinh khí CH₄ (L₀) tính toán của bãi rác Nam Sơn và so sánh một số khu vực khác

Địa điểm	Lượng mưa trung bình (mm/năm)	k (năm ⁻¹)	L ₀ (m ³ / tấn _{CTR})
Nam Sơn	1.723	0,06	56,4
Canada			
- British Columbia	1.281	0,048	90
- Alberta	445	0,023	90
- Ontario	902	0,037	128
- Quebec	1.070	0,042	100
- Nova Scotia	1.452	0,056	109
US. EPA	40-1.250	0,02-0.05	96-170

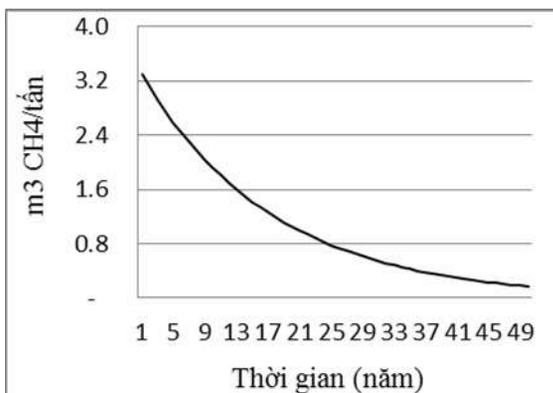
Nguồn: Amy et al., 2005; Thompson et al., 2009

Bảng 4. Tỷ lệ % thành phần CTR có khả năng sinh khí CH₄ tại 5 BCL của Canada và Nam Sơn

Địa điểm	Giấy, vải	Chất thải vườn, công viên	Chất thải thực phẩm	Gỗ
Canada ¹				
- British Columbia	27	13,0	25,0	2,9
- Alberta	27	15,4	25,3	-
- Ontario	59	-	2,7	2,9
- Quebec	35	11,0	12,0	6,0
- Nova Scotia	40	17,5	11,7	0,3
Nam Sơn	12,4	19,4	34,5	2,5

⁽¹⁾ Nguồn: Thompson et al., 2009

Ngược lại tốc độ sinh khí (k), khả năng sinh khí CH₄ (L₀) tại Nam Sơn lại thấp hơn khá nhiều so với ở Mỹ hay Canada. Hệ số L₀ tại Nam Sơn là 56,4 m³/tấn_{CTR}, trong khi đó tại một số BCL của Canada, L₀ dao động từ 90 đến 128 m³/tấn_{CTR} và tại Mỹ là từ 96 đến 170 m³/tấn_{CTR}. Các công thức 3, 4, 5 cho thấy, L₀ phụ thuộc vào thành phần chất thải, kiểu BCL và tình hình quản lý BCL. Chất thải rắn có thành phần giấy, vải và gỗ càng cao thì L₀ càng lớn. Bảng 4 cho thấy tỷ lệ % thành phần CTR có khả năng sinh khí CH₄ tại 5 BCL của Canada và Nam Sơn. Có thể thấy rằng, thành phần giấy, vải và gỗ tại Nam Sơn (chiếm 14,9%) chỉ bằng 0,27 lần chất thải thực phẩm và chất thải vườn, công viên (chiếm 53,9%). Điều này hoàn toàn ngược lại so với thành phần chất thải tại một số bãi rác của Canada. Ví dụ như tại bãi rác British Columbia, thành phần giấy, vải và gỗ chiếm 29,9% và bằng 1,07 lần chất thải thực phẩm và chất thải vườn, công viên (có tỉ lệ là 28%). Bên cạnh đó, điều kiện xây dựng, quản lý BCL hợp vệ sinh tại Canada hay tại Mỹ đáp ứng tiêu chuẩn cao hơn tại Nam Sơn. Do vậy, giá trị L₀ tại một số BCL của Mỹ và Canada cao gấp 1,6 đến 3,8 lần so với giá trị được tính toán tại Nam Sơn.

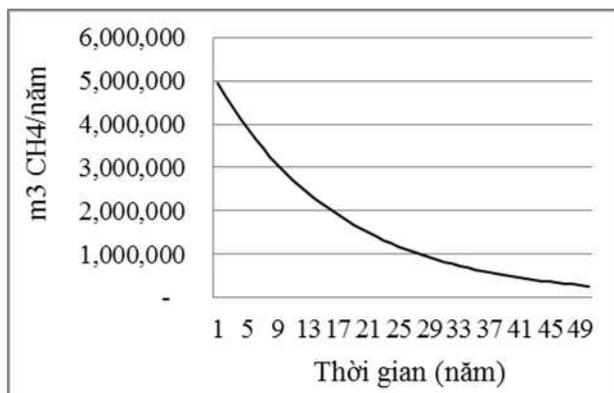


Hình 1. Lượng khí CH₄ phát sinh từ một tấn CTR tại BCL Nam Sơn

3.2. Lượng khí CH₄ phát thải từ ô chôn lấp rác thải Nam Sơn

Từ mô hình LandGEM 3.02 và số liệu tính toán khả năng sinh khí CH₄ là 56,4 m³/tấn_{CTR}, hằng số tốc độ sinh khí CH₄ là 0,06 năm⁻¹, lượng khí CH₄ phát sinh từ 1 tấn rác thải sinh hoạt tại một ô chôn lấp CTR Nam Sơn trong 50 năm đã được tính toán và được thể hiện tại Hình 1. Kết quả tính toán cho thấy, lượng khí CH₄ phát sinh giảm dần theo năm. Tại năm đầu, lượng khí CH₄ phát sinh trung bình là 3,3 m³/tấn_{CTR} do tốc độ phân hủy các chất hữu cơ trong bãi rác cao. Sau đó lượng khí CH₄ phát sinh trung bình giảm dần theo thời gian với tốc độ giảm 6%/năm và có thể kéo dài trong khoảng thời gian 30 năm. Khoảng 20 năm sau đó, lượng khí phát sinh ít và thay đổi chậm do thành phần hữu cơ trong BCL phân hủy gần hết, chỉ còn một lượng nhỏ khó phân hủy.

Lượng khí CH₄ phát sinh trong 50 năm từ 1 ô chôn lấp có dung tích thiết kế là 1,5 triệu tấn rác, tỉ lệ tiếp nhận rác thải là 1,5 triệu tấn rác/năm, thời gian đóng bãi là 1 năm được trình bày trong hình 2. Trong năm đầu tiên, lượng khí CH₄ phát sinh từ 1 ô chôn lấp CTR Nam Sơn là 4.941.515 m³ và cũng giảm dần với tốc độ 6%/năm vào những năm sau đó.



Hình 2. Lượng khí CH₄ phát sinh từ một ô chôn lấp CTR Nam Sơn

3.3. Tiềm năng phát điện từ khí CH₄ thu hồi

Kết quả tính toán lượng CH₄ thu hồi được tại

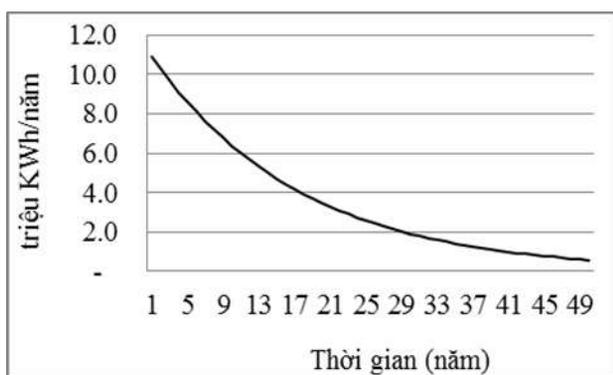
Nam Sơn trong năm đầu tiên, lượng khí CH₄ có thể phát điện và so sánh với một số BCL khác tại Mỹ được trình bày tại bảng 5.

Bảng 5. Lượng CH₄ thu hồi được tại Nam Sơn và so sánh với một số BCL khác tại Mỹ

Địa điểm	Khối lượng CTR (tấn/năm)	Lượng khí CH ₄ thu hồi (m ³ /năm)	Lượng khí CH ₄ thu hồi (m ³ /tấn _{CTR})	Lượng khí CH ₄ phát điện (m ³ /năm)	Hiệu suất (%)
Nam Sơn	1.500.000	3.459.061	2,31	1.210.671	35%
Connecticut ²	2.576.430	27.909.941	10,83	10.248.530	37%
Indiana ²	6.097.251	33.491.929	5,49	10.568.564	32%
New York ²	6.647.011	222.736.211	33,51	168.479.287	76%
Tennessee ²	5.877.710	39.981.920	6,80	17.832.592	45%

(²) Nguồn: LMOP, 2019

Kết quả tính toán cho thấy lượng khí CH₄ thu hồi tại Nam Sơn khá thấp so với một số BCL tại Mỹ. Lượng khí CH₄ thu hồi tính trung bình trên 1 tấn CTR tại Nam Sơn là 2,31 m³/tấn_{CTR}, trong khi đó, giá trị này đối với BCL tại New York là 33,51 m³/tấn_{CTR} hay tại Connecticut là 10,83 m³/tấn_{CTR}. Nguyên nhân chính của điều này là do khả năng sinh khí CH₄ (L₀) tại Nam Sơn lại thấp hơn khá nhiều so với ở Mỹ (như đã phân tích trong phần 3.1). Bên cạnh đó, hiệu suất thu hồi khí tại Nam Sơn cũng thấp hơn. Lượng khí CH₄ có thể phát điện tại ô chôn lấp Nam Sơn trong năm đầu tiên 1.210.671 m³. Lượng khí này giảm đi nhanh chóng trong những năm tiếp theo.



Hình 3. Tiềm năng điện từ khí CH₄ phát thải tại một ô chôn lấp CTR Nam Sơn

Trên cơ sở tính toán lượng khí CH₄ thu hồi từ BCL Nam Sơn, tiềm năng điện tạo ra hàng

năm đã được xác định và biểu diễn trong Hình 3. Trong năm đầu tiên, tiềm năng điện từ 1,210,671 m³ khí CH₄ là 10,9 triệu kWh điện. Đến năm thứ 10 sau khi đóng bãi, tiềm năng điện là 6,3 triệu kWh, tức giảm đi 42% so với năm đầu tiên. Đến năm thứ 20 sau khi đóng bãi, tiềm năng điện chỉ còn 3,5 triệu kWh điện, giảm đi 68% so với năm đầu tiên. Từ năm thứ 40 trở đi, tiềm năng điện còn lại rất ít, chỉ bằng 5 - 7% của năm đầu tiên.

4. KẾT LUẬN

Do Hà Nội có lượng mưa khá lớn nên hằng số tốc độ sinh khí CH₄ từ ô chôn lấp rác thải sinh hoạt Nam Sơn có giá trị khá cao, $k = 0,06 \text{ năm}^{-1}$. Tuy vậy, khả năng sinh khí CH₄ từ CTR tại bãi rác Nam Sơn lại khá thấp $L_0 = 56,4 \text{ m}^3/\text{tấn}_{\text{CTR}}$ do các thành phần có khả năng sinh nhiều khí CH₄ trong rác thải sinh hoạt có tỉ lệ thấp. Trong năm đầu, lượng khí CH₄ phát sinh trung bình là 3,3 m³/tấn_{CTR}, tương đương với 4.941.515 m³ khí. Sau đó, lượng khí CH₄ phát sinh giảm dần theo thời gian với tốc độ giảm 6%/năm và có thể kéo dài trong khoảng thời gian 30 năm. Tiềm năng điện trong năm đầu tiên là 10,9 triệu kWh, đến năm thứ 10 sau khi đóng bãi là 6,3 triệu kWh, năm thứ 20 là 3,5 triệu kWh. Từ năm thứ 40 trở đi, tiềm năng điện còn lại rất ít, chỉ bằng 5 - 7% của năm đầu tiên.

LỜI CẢM ƠN: Tác giả xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Công ty TNHH MTV Môi trường Đô thị Hà Nội đã cung cấp tài liệu, số liệu cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Công ty TNHH một thành viên môi trường đô thị Hà Nội - URENCO (2009, 2018). *Báo cáo hiện trạng công tác quản lý chất thải tại thành phố Hà Nội - Tình hình hoạt động của Khu Liên hiệp Xử lý Chất thải Nam Sơn, Hà Nội*.
- Nguyễn Thị Khánh Tuyên, Huỳnh Thị Kim Yên và Phạm Thị Thanh Tâm (2015). “*Ứng dụng mô hình IPCC (2006) nhằm ước tính phát thải khí mê tan từ chất thải rắn sinh hoạt, tại thành phố Thủ Dầu Một, tỉnh Bình Dương*”. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu (2015): 183-192.
- Thái Thị Thanh Minh, Nguyễn Trung Anh, Joo Young Lee, Bạch Quang Dũng (2017), “*Đánh giá tiềm năng và hiệu quả kinh tế giảm nhẹ phát thải khí nhà kính từ công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt hữu cơ: Nghiên cứu thí điểm khu xử lý Nam Sơn và Cầu Diễn, thành phố Hà Nội*”, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, 33(4) 103-116.
- Trần Ngọc Tuấn, Thân Thị Ánh Điệp (2014). “*Đánh giá giảm phát thải khí nhà kính của phương pháp ủ so với chôn lấp chất thải rắn ở thành phố Huế*”. Tạp chí khoa học và công nghệ, Trường ĐH Khoa học Huế , 1(1): 143-151.
- Nguyễn Thị Khánh Tuyên (2016), *Ứng dụng mô hình LandGEM để đánh giá, dự báo khí thải từ bãi chôn lấp chất thải rắn Nam Bình Dương và đề xuất giải pháp thu gom, tái sử dụng*, Báo cáo tổng kết nhiệm vụ khoa học cấp tỉnh – Sở Khoa học & Công nghệ Bình Dương.
- Amy Alexander, Clint Burklin and Amanda Singleton (2005), *Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) Version 3.02 User’s Guide*, EPA.
- Farideh Atabi, Mehdi Ali Ehyaei , Mohammad Hossein Ahmadi (2014), “*Calculation of CH₄ and CO₂ Emission Rate in Kahrizak Landfill Site with Land GEM Mathematical Model*”, In Conference Proceedings of the 4th World Sustainability Forum.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 5 (Chapters 2 and 3).
- Ivaylo Ganev, Iliyana Naydenova (2014), “*Evaluation of Potential Opportunities for Electric Power Generation from Landfill Gas at “Tsalapitsa”*”, Serbian Journal of Electrical Engineering, Vol 11, 379-390.
- Landfill methane outreach program (LMOP) (2017), *LFG Energy project development Handbook*, US. EPA
- Landfill methane outreach program (LMOP) (2019), *State-Level Project and Landfill Totals from the LMOP Database*. <https://www.epa.gov/lmop/project-and-landfill-data-state> (ngày truy cập: 23/3/2019).
- Markgraf Claire; Kaza Silpa; Hammer Stephen Alan (2016). *Financing landfill gas projects in developing countries*. Urban Development Series Knowledge Papers; No. 23. Washington, DC: World Bank.
- Nguyen Thi The Nguyen and Marteen Sevando (2017), “*Municipal solid waste generation and treatment in developed and developing countries*”, The International Journal of Multi-Disciplinary Research, 1: 1-14.
- United States Environmental Protection Agency (US. EPA) (2004). *Quantification of Exposure: Development of the Emissions Inventory for the Inhalation Risk Assessment* (Chapter 7).
- Thompson S, Sawyer J, Bonam R, Valdivia JE (2009). “*Building a better methane generation model: Validating models with methane recovery rates from 35 Canadian landfills*”. Waste Manag., 29(7): 2085-91.

Abstract:
**A CALCULATION OF METHANE EMISSION POTENTIAL
FROM NAM SON LANDFILL, HANOI**

Technology of gas recovery for electricity generation from landfill is applied in many parts of the world but has not been applied much in Vietnam. In order to build a system using landfill gas, it is necessary to assess the methane (CH₄) emissions from solid waste as well as the cost - benefit from the gas collection and treatment methods. In this study, LandGEM model 3.02 was applied to calculate recoverable CH₄ and gas electrification from the Nam Son landfill, Hanoi. The parameters of the model were recalculated according to natural conditions, waste composition and actual management of the Nam Son landfill. The results show that the decay rate, and generation potential capacity of CH₄ from the solid waste at the Nam Son landfill are 0.06 year⁻¹, and 56.4 m³/ton_{MSW}. A burial compartment with waste design capacity of 1.5 million tons, enter waste acceptance rate of 1.5 million tons per year, and closure time of 1 year can generate 4,941,515 m³ CH₄, and 10.9 million kWh electricity in the first year. In the subsequent years, the CH₄ volume and electrification potential gradually decrease at a rate of 6%/year and can last until 30 years after landfill closure.

Keywords: methane emission, municipal solid waste, LandGEM, Nam Son landfill

Ngày nhận bài: 24/3/2019

Ngày chấp nhận đăng: 25/4/2019