

# ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG GIẢM PHÁT THẢI KHÍ MÊ-TAN CỦA MỘT SỐ GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Mai Trọng Hoàng, Lê Ngọc Cầu, Nguyễn Thu Minh, Nguyễn Thị Thanh Hoài, Trần Việt Tùng  
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài: 18/10/2022; ngày chuyển phản biện: 19/10/2022; ngày chấp nhận đăng: 17/11/2022

**Tóm tắt:** Cam kết giảm phát thải khí mê-tan toàn cầu là sáng kiến được đề xuất tại COP26 với mục đích giảm 30% phát thải khí mê-tan toàn cầu vào năm 2030 so với năm 2020. Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan của một số giải pháp công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp vào năm 2030 so với năm 2020. Bằng cách sử dụng Hướng dẫn kiểm kê khí nhà kính cấp quốc gia năm 2006 (IPCC 2006), nghiên cứu đã đánh giá được tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan của các giải pháp xử lý nước thải được đề xuất vào năm 2030 so với năm 2020 là khoảng 4,9 triệu tấn  $CO_{2td}$  tương ứng với mức giảm 41,155%, trong đó xử lý nước thải sinh hoạt có tiềm năng giảm 42,1% và xử lý nước thải công nghiệp có tiềm năng giảm 37,4%. Đối với từng giải pháp công nghệ, tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan của giải pháp GP1- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải sinh hoạt nhằm giảm phát thải khí mê-tan là 2.815,08 nghìn tấn  $CO_{2td}$  giải pháp GP2- Ứng dụng công nghệ sinh học để loại bỏ khí mê-tan từ quá trình xử lý nước thải sinh hoạt là 960,51 nghìn tấn  $CO_{2td}$  giải pháp GP3- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải công nghiệp nhằm giảm phát thải khí mê-tan là 253,84 nghìn tấn  $CO_{2td}$  và giải pháp GP4- Thu hồi khí mê-tan từ xử lý nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao là 868,13 nghìn tấn  $CO_{2td}$

**Từ khóa:** Cam kết giảm phát thải khí mê-tan toàn cầu, phát thải khí mê-tan, xử lý nước thải.

## 1. Mở đầu

Khí mê-tan có thời gian tồn tại trong khí quyển ngắn nhưng lại có tác động làm nóng lên toàn cầu (GWP) gấp 28 lần khí  $CO_2$  [12]. Theo IPCC, mức tăng nồng độ của khí mê-tan trong khí quyển là tác nhân thứ hai sau  $CO_2$  và trong mức tăng nhiệt độ toàn cầu  $1,1^\circ C$  thời gian qua thì có  $0,3^\circ C$  đóng góp từ khí mê-tan [13].

Do đó, Liên minh Châu Âu và Hoa Kỳ đã khởi xướng và đưa ra sáng kiến “Cam kết về khí mê-tan toàn cầu” tại COP26 tại Glasgow, Scotland, Vương quốc Anh năm 2021. Mục tiêu của Cam kết là góp phần đạt được mục tiêu của Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu thông qua kêu gọi các quốc gia thực hiện các hoạt động giảm phát thải mê-tan mạnh mẽ hơn [1].

Việt Nam là một trong những quốc gia tham gia Cam kết và có nghĩa vụ xây dựng kế hoạch giảm phát thải khí mê-tan quốc gia [1]. Theo kết quả kiểm kê khí mê-tan quốc gia năm 2020

của Việt Nam, tổng lượng khí mê-tan thải ra năm 2020 là 111.281,88 nghìn tấn  $CO_{2td}$ , trong đó lĩnh vực chất thải chiếm 23,75% [3]. Về hiện trạng xử lý nước thải của Việt Nam, theo Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2016 - 2020, hiện chỉ có khoảng 15% nước thải sinh hoạt đô thị được thu gom và xử lý tập trung (chủ yếu ở các đô thị lớn như Hà Nội, Thành phố Hồ Chí Minh, Quảng Ninh, Đà Nẵng...). Đối với nước thải công nghiệp, tuy hiện nay 90,69% khu công nghiệp có công trình xử lý nước thải tập trung, nhưng chỉ có 17,2% cụm công nghiệp và 16,1% làng nghề có hệ thống xử lý nước thải tập trung [2].

Thực trạng này cho thấy, lĩnh vực xử lý nước thải ở Việt Nam có nhiều tiềm năng trong việc tăng tỷ lệ nước thải được xử lý cũng như áp dụng các công nghệ xử lý nước thải có khả năng giảm phát thải khí mê-tan cao.

Hiện nay, các nghiên cứu đánh giá tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan trong lĩnh vực xử lý nước thải chỉ tập trung vào phân tích tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan của một biện pháp

Liên hệ tác giả: Mai Trọng Hoàng  
Email: tronghoangmhh@gmail.com

giảm phát thải hoặc chỉ đánh giá tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính nói chung [4, 5, 9].

Từ những vấn đề nêu trên, nghiên cứu này đã tiến hành đánh giá tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan đối với xử lý nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp vào năm 2030 so với năm 2020 sau khi áp dụng một số giải pháp công nghệ xử lý nước thải có khả năng giảm phát thải khí mê-tan được đề xuất.

## 2. Phương pháp nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

### 2.1. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng các công thức, bảng tính

$$\text{Tỷ lệ giảm phát thải vào năm 2030 so với mức phát thải năm 2020} = \frac{\text{Mức phát thải năm 2020} - \text{Mức phát thải năm 2030}}{\text{Mức phát thải năm 2020}} \times 100 \quad (1)$$

Số liệu đầu vào để tính toán phát thải khí mê-tan năm 2020 là các số liệu được thu thập từ các báo cáo hiện trạng năm 2020. Số liệu đầu vào để dự báo phát thải khí mê-tan vào năm 2030 được tính dựa trên kịch bản giả định về tỷ lệ nước thải được xử lý theo các phương pháp khác nhau khi áp dụng các biện pháp công nghệ được đề xuất vào năm 2030. Các số liệu này được trình bày tại mục 2.2 và 2.3 dưới đây.

Các công thức tính cụ thể như sau:

*Phát thải mê-tan ( $CH_4$ ) từ nước thải sinh hoạt*

Dựa vào cây quyết định tại Hình 6.2, trang 6.10, chương 6, phần 5, IPCC 2006, phương pháp bậc 1 được áp dụng để tính toán lượng khí  $CH_4$  phát thải từ nước thải sinh hoạt. Công thức tính phát thải  $CH_4$  từ nước thải sinh hoạt được đưa ra tại trang 6.11, chương 6, phần 6, IPCC 2006 như sau:

$$CH_4 \text{ Emissions} = [\sum_{i,j} (U_i \times T_{i,j} \times EF_j)] \times (TOW-S) - R \quad (2)$$

Trong đó:

$CH_4$  Emissions: Phát thải  $CH_4$  trong năm kiểm kê (2020, 2025 và 2030), ngàn tấn  $CH_4$ ;

TOW: Tổng lượng chất thải hữu cơ trong nước thải sinh hoạt năm kiểm kê, kg BOD/năm;

S: Thành phần hữu cơ được loại bỏ dưới dạng bùn trong năm kiểm kê, kg BOD/năm;

$U_i$ : Tỷ lệ dân số trong nhóm thu nhập  $i$  trong năm kiểm kê (ở đây chia thành nhóm dân số thành thị và nông thôn);

theo Hướng dẫn về kiểm kê quốc gia khí nhà kính phiên bản năm 2006 (IPCC 2006) [13] để tính toán phát thải khí mê-tan năm 2020 và dự báo phát thải khí mê-tan vào năm 2030 đối với lĩnh vực xử lý nước thải. Theo IPCC 2006, các hướng dẫn tính toán phát thải khí mê-tan trong xử lý nước thải chỉ tính riêng cho 2 loại hình nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp. Vì vậy, nghiên cứu này tập trung tính phát thải mê-tan cho 2 loại hình nước thải nói trên. Từ đó, nghiên cứu tính được tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan vào năm 2030 so với mức phát thải năm 2020 theo công thức:

$T_{i,j}$ : Tỷ lệ nước thải được xử lý/xả thải theo loại hình  $j$ , cho mỗi nhóm dân số  $i$  trong năm kiểm kê

$i$ : Nhóm dân số thành thị, nông thôn

$j$ : Loại hình xả thải/xử lý nước thải

$EF_j$ : Hệ số phát thải, kg  $CH_4$ /kg BOD

$R$ : Lượng  $CH_4$  thu hồi được trong năm kiểm kê, kg  $CH_4$ /năm

Hệ số phát thải  $CH_4$  ( $EF_j$ ) cho mỗi hệ thống xả thải/xử lý nước thải được tính theo công thức:

$$EF_j = B_o \times MCF_j \quad (3)$$

Trong đó:

$B_o$ : Công suất tối đa phát thải  $CH_4$ , kg  $CH_4$ /kg BOD;

$MCF_j$ : Hệ số hiệu chỉnh mê-tan theo từng phương pháp xử lý nước thải.

Tổng lượng chất hữu cơ có thể phân hủy trong nước thải sinh hoạt (TOW) được tính theo công thức:

$$TOW = P \times BOD \times 0,001 \times I \times 365 \quad (4)$$

Trong đó:

$P$ : Tổng dân số quốc gia trong năm kiểm kê (2020, 2025 và 2030), người;

$BOD$ : Hệ số quốc gia tính theo đầu người trong năm kiểm kê, g/người/ngày;

0,001: Chuyển đổi từ g BOD sang kg BOD;

$I$ : Hệ số điều chỉnh BOD từ nước thải công

nghiệp thải chung vào hệ thống nước thải sinh hoạt (mặc định là 1,25, đối với việc xả thải không bị chặn, mặc định là 1,00).

*Phát thải CH<sub>4</sub> từ nước thải công nghiệp*

Dựa vào cây quyết định tại Hình 6.3 trang 6.19, chương 6, phần 5, IPCC 2006, phương pháp bậc 1 được lựa chọn để tính toán phát thải CH<sub>4</sub> từ nước thải công nghiệp như sau:

$$CH_4 \text{ Emissions} = \sum_i [(TOW_i - S_i) \times EF_i - R_i] \quad (5)$$

Trong đó:

*CH<sub>4</sub> Emissions*: Lượng phát thải CH<sub>4</sub> trong năm kiểm kê (2020, 2025 và 2030), ngàn tấn CH<sub>4</sub>

*TOW<sub>i</sub>*: Tổng lượng chất hữu cơ có thể phân hủy trong nước thải công nghiệp *i* trong năm kiểm kê, kg COD/năm;

*i*: Ngành công nghiệp (14 ngành công nghiệp theo Tổng cục thống kê năm 2020);

*S<sub>i</sub>*: Tỷ lệ chất hữu cơ được loại bỏ dưới dạng bùn trong năm kiểm kê, kg COD/năm;

*EF<sub>i</sub>*: Hệ số phát thải cho ngành công nghiệp *i*, kg CH<sub>4</sub>/kg COD, cho loại hình xử lý/xả thải nước thải công nghiệp (được tính theo công thức (2))

*R<sub>i</sub>*: Lượng CH<sub>4</sub> thu hồi được trong năm kiểm kê, kg CH<sub>4</sub>/năm;

Tổng lượng chất hữu cơ có thể phân hủy trong nước thải công nghiệp (TOW) được tính theo công thức:

$$TOW_i = P_i \times W_i \times COD_i \quad (6)$$

Trong đó:

*P<sub>i</sub>*: Tổng sản phẩm của ngành công nghiệp *i*, tấn/năm;

*W<sub>i</sub>*: Lượng nước thải đơn vị phát sinh của ngành công nghiệp *i*, m<sup>3</sup>/tấn sản phẩm;

*COD<sub>i</sub>*: Nhu cầu oxy hóa học (cho lượng chất thải hữu cơ có thể phân hủy trong nước thải ngành công nghiệp *i*), kg COD/m<sup>3</sup>.

## 2.2. Dữ liệu và nguồn dữ liệu sử dụng

- Số liệu về dân số, tỷ lệ dân số thành thị và nông thôn năm 2020 và dự báo đến năm 2025, 2030 được thu thập từ Tổng cục thống kê (2021) [8] và báo cáo NDC của Việt Nam (2020) [3].

- Tổng sản phẩm, lượng nước thải đơn vị phát sinh và giá trị COD trong nước thải của 14 ngành công nghiệp được thu thập từ các nguồn: Tổng cục thống kê (2021) [8], Tài liệu hướng dẫn sản xuất sạch hơn - Trung tâm sản xuất sạch Việt Nam (2008) [10], Tài liệu kỹ thuật đánh giá sự phù hợp của công nghệ xử lý nước thải một số ngành công nghiệp - Tổng cục Môi trường (2011) [7] và IPCC (2006) [13].

- Tỷ lệ nước thải sinh hoạt và công nghiệp năm 2020 được xử lý theo các phương pháp hiếu khí, kỵ khí, tự hoại, kỵ khí kết hợp hiếu khí và tỷ lệ nước thải không được xử lý, được thu thập từ báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2016 - 2020 [2].

## 2.3. Các giả định

- Khả năng phát sinh khí mê-tan tối đa: B<sub>0</sub> = 0,6 kgCH<sub>4</sub>/kgBOD đối với nước thải sinh hoạt và B<sub>0</sub> = 0,25 kgCH<sub>4</sub>/kgCOD đối với nước thải công nghiệp (giá trị mặc định tại bảng 6.2 trang 6.12, chương 6, phần 6, IPCC 2006).

- Hệ số BOD là 14,6 kg BOD/1000/năm (giá trị mặc định tại bảng 6.4, trang 6.14, IPCC 2006).

- Tỷ lệ nước thải sinh hoạt và công nghiệp được xử lý theo các phương pháp vào năm 2025, 2030: Hiện tại, nước ta chưa có số liệu quy hoạch về tỷ lệ nước thải sinh hoạt và công nghiệp được xử lý theo các phương pháp khác nhau đến năm 2025, 2030. Vì vậy, căn cứ hiện trạng áp dụng năm 2020 và hệ số hiệu chỉnh mê-tan (MCF) của từng phương pháp xử lý nước thải, nghiên cứu này giả định tỷ lệ nước thải được xử lý theo các phương pháp đến năm 2025, 2030 như sau:

Bảng 1. Tỷ lệ nước thải sinh hoạt được xử lý theo các phương pháp khác nhau [2]

Khu vực	Tỷ lệ % nước thải được xử lý năm 2020*			Tỷ lệ % nước thải được xử lý năm 2025			Tỷ lệ % nước thải được xử lý năm 2030		
	Hiếu khí	Tự hoại	Không xử lý	Hiếu khí	Tự hoại	Không xử lý	Hiếu khí	Tự hoại	Không xử lý
Thành thị	5,63	47,2	47,2	25	40	35	50	20	30
Nông thôn	0	50	50	10	45	45	25	35	40

Bảng 2. Tỷ lệ nước thải công nghiệp được xử lý theo các phương pháp khác nhau [2]

Tỷ lệ % nước thải được xử lý năm 2020*				Tỷ lệ % nước thải được xử lý năm 2025				Tỷ lệ % nước thải được xử lý năm 2030			
Hiếu khí	Kỵ khí kết hợp hiếu khí	Kỵ khí	Không xử lý	Hiếu khí	Kỵ khí kết hợp hiếu khí	Kỵ khí + Thu hồi mê-tan	Không xử lý	Hiếu khí	Kỵ khí kết hợp hiếu khí	Kỵ khí + Thu hồi mê-tan	Không xử lý
27	52,4	0,6	20	30	40	20	10	40	20	40	0

- Hệ số điều chỉnh BOD từ nước thải công nghiệp thải chung vào hệ thống nước thải sinh hoạt ( $I = 1,0$ ).

- Hệ số hiệu chỉnh mê-tan theo từng phương pháp xử lý nước thải (MCF): Sử dụng hệ số được đưa ra tại bảng 6.3 trang 6.13 và bảng 6.8, trang 6.21 chương 6, phần 6, IPCC 2006 như sau:

+ Xử lý hiếu khí: MCF= 0,3 (2020) và MCF= 0,05 (2025, 2030) khi áp dụng giải pháp tối ưu hóa điều kiện xử lý theo công suất thiết kế của nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt (hoặc công nghiệp) được trình bày tại mục 3.1.

+ Xử lý kỵ khí kết hợp hiếu khí: MCF = 0,2.

+ Xử lý tự hoại: MCF= 0,5.

+ Xử lý kỵ khí (Bioreactor): MCF = 0,9 (2020) và MCF = 0,045 (2025, 2030) khi áp dụng giải pháp thu hồi khí mê-tan từ xử lý nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao với hiệu suất 95% được trình bày tại mục 3.1.

+ Không được xử lý, xả ra sông, hồ, biển: MCF= 0,1.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Các giải pháp và kịch bản áp dụng giải pháp giảm phát thải khí mê-tan đến năm 2030

Theo Kế hoạch hành động giảm phát thải khí mê-tan đến năm 2030 của Việt Nam được ban hành tại Quyết định số 942/QĐ-TTg ngày 05/8/2022 của Thủ tướng Chính phủ, mục tiêu của Kế hoạch đến năm 2030 là bảo đảm tổng lượng phát thải khí mê-tan không vượt quá 77,9 triệu tấn CO<sub>2td</sub>, giảm ít nhất 30% so với mức phát thải năm 2020, trong đó phát thải khí mê-tan trong quản lý chất thải rắn và xử lý nước thải không vượt quá 17,5 triệu tấn CO<sub>2td</sub> [6]. Với mục tiêu đó, từ kết quả tổng quan và đánh giá hiện trạng một số công nghệ xử lý nước thải trên

thế giới và tại Việt Nam, chúng tôi đề xuất lựa chọn 4 giải pháp công nghệ xử lý nước thải có khả năng giảm phát thải khí mê-tan để đánh giá tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan tại Việt Nam. Trong 4 giải pháp này, có 2 giải pháp (GP1 và GP2) áp dụng cho xử lý nước thải sinh hoạt và 2 giải pháp (GP3 và GP4) áp dụng cho xử lý nước thải công nghiệp. Cụ thể 4 giải pháp công nghệ được lựa chọn là:

- *Giải pháp GP1- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải sinh hoạt nhằm giảm phát thải khí mê-tan:* Thông qua vận hành tối ưu hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt trong điều kiện thiết kế của nhà máy về nhu cầu oxy hóa học (COD) và tốc độ dòng nước thải. Khi nhà máy được vận hành trong điều kiện thiết kế, phát thải khí mê-tan từ các quá trình xử lý nước thải (phát thải trực tiếp) và phát thải do tiêu thụ năng lượng cho các quá trình xử lý (phát thải gián tiếp) đều giảm xuống [15, 16].

- *Giải pháp GP2- Ứng dụng công nghệ sinh học để loại bỏ khí mê-tan từ quá trình xử lý nước thải sinh hoạt:* Trong xử lý nước thải sinh hoạt, một số quá trình sinh học có khả năng oxy hóa CH<sub>4</sub> thành CO<sub>2</sub> (1 mol CH<sub>4</sub> thành 1 mol CO<sub>2</sub>) cho phép giảm tổng lượng phát thải khí nhà kính về lượng CO<sub>2</sub> tương đương vì hệ số nóng lên của CO<sub>2</sub> thấp hơn hệ số của CH<sub>4</sub>. Giải pháp này sử dụng vi khuẩn dị dưỡng để oxy hóa CH<sub>4</sub> khi có oxy trong điều kiện hiếu khí hoặc dựa vào việc áp dụng các điều kiện yếm khí và khai thác hoạt động của vi khuẩn để oxy hóa CH<sub>4</sub> bằng cách sử dụng SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Mn<sup>4+</sup> hoặc Fe<sup>3+</sup> làm chất nhận điện tử [14].

- *Giải pháp GP3- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải công nghiệp nhằm giảm phát mê-tan:* Thông qua vận hành tối ưu hệ thống xử lý nước

thải công nghiệp trong điều kiện thiết kế của nhà máy về nhu cầu oxy hóa học (COD) và tốc độ dòng nước thải. Khi nhà máy được vận hành trong các điều kiện thiết kế, phát thải khí mê-tan từ các quá trình xử lý nước thải (phát thải trực tiếp) và phát thải do tiêu thụ năng lượng cho các quá trình xử lý (phát thải gián tiếp) đều giảm xuống [15, 16].

- *Giải pháp GP4- Thu hồi khí mê-tan từ xử lý nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao:* Được áp dụng trong các hệ thống xử lý nước thải kỵ khí đối với nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao, như nước thải từ các nhà máy chế biến thực phẩm, sản xuất đồ uống, thủy sản, giấy và bột giấy.

Theo hiện trạng phát thải khí mê-tan của Việt Nam năm 2020, tổng lượng CH<sub>4</sub> phát thải từ xử lý nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp là 12.027,23 nghìn tấn CO<sub>2td</sub>. Dự báo đến năm 2030 với kịch bản phát thải thông thường (BAU), tổng lượng CH<sub>4</sub> phát thải là 17.990,00 nghìn tấn CO<sub>2td</sub>, tương đương tăng 49,6% so với

năm 2020 [3]. Mặt khác, hiện tại nước ta chưa có số liệu thống kê cụ thể về hiện trạng áp dụng các giải pháp công nghệ xử lý nước thải có khả năng giảm phát thải khí mê-tan. Vì vậy, căn cứ tỷ lệ nước thải sinh hoạt và công nghiệp được xử lý theo các phương pháp khác nhau vào năm 2025, 2030 (Bảng 1, Bảng 2) và khả năng giảm phát thải khí mê-tan của 4 giải pháp công nghệ được đề xuất (thông qua hệ số hiệu chỉnh mê-tan (MCF) trình bày tại mục 2.3), chúng tôi tiến hành xây dựng các kịch bản áp dụng khác nhau của 4 giải pháp công nghệ và áp dụng công thức tính toán phát thải khí mê-tan (mục 2.1) để tính tổng mức phát thải khí mê-tan từ xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp vào năm 2030 theo các kịch bản này.

Từ đó, chúng tôi lựa chọn được kịch bản áp dụng các giải pháp công nghệ vào năm 2025, 2030 để thực hiện mục tiêu giảm phát thải khí mê-tan từ lĩnh vực xử lý nước thải ít nhất 30% vào năm 2030 so với năm 2020 tại Bảng 3 dưới đây.

*Bảng 3. Kịch bản áp dụng các giải pháp công nghệ giảm phát thải mê-tan được đề xuất trong xử lý nước thải*

Các giải pháp công nghệ được đề xuất	2025	2030
GP1- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải sinh hoạt nhằm giảm phát thải khí mê-tan	15%	35%
GP2- Ứng dụng công nghệ sinh học để loại bỏ khí mê-tan từ quá trình xử lý nước thải sinh hoạt	10%	20%
GP3- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải công nghiệp nhằm giảm phát thải khí mê-tan	30%	40%
GP4- Thu hồi khí mê-tan từ xử lý nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao	20%	40%

*Ghi chú: Tỷ lệ % trong kịch bản này là tỷ lệ % tổng lượng nước thải sinh hoạt hoặc công nghiệp phát sinh được xử lý bằng các giải pháp tương ứng.*

### **3.2. Kết quả ước tính tiềm năng giảm phát thải CH<sub>4</sub> từ quá trình xử lý nước thải sinh hoạt**

Kết quả tính toán tiềm năng giảm phát thải CH<sub>4</sub> vào năm 2025 và 2030 so với mức phát thải năm 2020 bằng các giải pháp được áp dụng trong xử lý nước thải sinh hoạt (GP1 và GP2) được tổng hợp trong Bảng 4.

Kết quả tại Bảng 4 cho thấy, tổng tiềm năng giảm phát thải mê-tan đến năm 2025, 2030 so với năm 2020 từ quá trình xử lý nước thải

sinh hoạt lần lượt là 1.537,06 nghìn tấn CO<sub>2td</sub> và 3.775,59 nghìn tấn CO<sub>2td</sub>, tương ứng với tỷ lệ giảm phát thải so với mức phát thải 2020 là 17,1% và 42,1%. Cụ thể đối với từng giải pháp công nghệ được áp dụng, tiềm năng giảm phát thải mê-tan của giải pháp GP1- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải sinh hoạt nhằm giảm phát thải khí mê-tan vào năm 2030 so với mức phát thải 2020 là 2.815,08 nghìn tấn CO<sub>2td</sub> (chiếm 74,6% tổng tiềm năng giảm phát thải) và giải

pháp GP2- Ứng dụng công nghệ sinh học để loại bỏ khí mê-tan từ quá trình xử lý nước thải sinh

hoạt là 960,51 nghìn tấn CO<sub>2td</sub> (chiếm 25,4% tổng tiềm năng giảm phát thải).

Bảng 4. Kết quả tính tiềm năng giảm phát thải CH<sub>4</sub> bằng các giải pháp được áp dụng trong xử lý nước thải sinh hoạt [2]

Năm	Lượng phát thải CH <sub>4</sub> (nghìn tấn)	Lượng phát thải CO <sub>2td</sub> (nghìn tấn)	Tổng tiềm năng giảm phát thải so với mức phát thải 2020 (nghìn tấn CO <sub>2td</sub> )	Tiềm năng giảm phát thải CH <sub>4</sub> của giải pháp GP1 (nghìn tấn CO <sub>2td</sub> )	Tiềm năng giảm phát thải CH <sub>4</sub> của giải pháp GP2 (nghìn tấn CO <sub>2td</sub> )	Tỷ lệ giảm phát thải so với mức phát thải 2020
2020*	320,58	8.975,66				
2025	265,69	7.439,18	1.537,06	1.002,20	534,86	17,1%
2030	185,74	5.200,73	3.775,59	2.815,08	960,51	42,1%

Ghi chú: Quy đổi 1 tấn CH<sub>4</sub> bằng 28 tấn CO<sub>2</sub>.

### 3.3. Kết quả ước tính tiềm năng giảm phát thải CH<sub>4</sub> từ quá trình xử lý nước thải công nghiệp

Kết quả tính toán tiềm năng giảm phát thải

CH<sub>4</sub> vào năm 2025 và 2030 so với mức phát thải năm 2020 bằng các giải pháp được áp dụng trong xử lý nước thải công nghiệp (GP3 và GP4) được tổng hợp trong Bảng 5 dưới đây.

Bảng 5. Kết quả tính tiềm năng giảm phát thải CH<sub>4</sub> bằng các giải pháp được áp dụng trong xử lý nước thải công nghiệp [3]

Năm	Lượng phát thải CH <sub>4</sub> (nghìn tấn)	Lượng phát thải CO <sub>2td</sub> (nghìn tấn)	Tổng tiềm năng giảm phát thải so với mức phát thải 2020 (nghìn tấn CO <sub>2td</sub> )	Tiềm năng giảm phát thải CH <sub>4</sub> của giải pháp GP3 (nghìn tấn CO <sub>2td</sub> )	Tiềm năng giảm phát thải CH <sub>4</sub> của giải pháp GP4 (nghìn tấn CO <sub>2td</sub> )	Tỷ lệ giảm phát thải so với mức phát thải 2020
2020*	107,12	3.051,57				
2025	74,59	2.088,64	910,72	277,66	633,06	30,4%
2030	67,05	1.877,44	1.121,97	253,84	868,13	37,4%

Kết quả tại Bảng 5 cho thấy, tổng tiềm năng giảm phát thải mê-tan đến năm 2025, 2030 so với năm 2020 từ quá trình xử lý nước thải công nghiệp lần lượt là 910,72 nghìn tấn CO<sub>2td</sub> và 1.121,97 nghìn tấn CO<sub>2td</sub>, tương ứng với tỷ lệ giảm phát thải so với mức phát thải 2020 là 30,4% và 37,4%. Cụ thể đối với từng giải pháp công nghệ được áp dụng, tiềm năng giảm phát thải mê-tan của giải pháp GP3- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải công nghiệp nhằm giảm phát thải khí mê-tan vào năm 2030 so với mức phát thải 2020 là 253,84 nghìn tấn CO<sub>2td</sub> (chiếm 22,6% tổng tiềm năng giảm phát thải) và giải

pháp GP4- Thu hồi khí mê-tan từ xử lý nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao là 868,13 nghìn tấn CO<sub>2td</sub> (chiếm 77,4% tổng tiềm năng giảm phát thải).

### 3.4. Tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan đến năm 2030 trong xử lý nước thải

Kết quả tổng hợp tính toán tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan trong xử lý nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp của các giải pháp công nghệ lựa chọn theo kịch bản đề xuất vào năm 2030 so với năm 2020 được thể hiện tại Bảng 6 dưới đây.

Bảng 6. Tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan đến năm 2030 so với mức phát thải năm 2020 trong xử lý nước thải [3]

STT	Giải pháp	Mức phát thải năm cơ sở 2020 (nghìn tấn CO <sub>2</sub> tđ)	Mức phát thải dự báo theo kịch bản BAU năm 2030* (nghìn tấn CO <sub>2</sub> tđ)	Tiềm năng giảm phát thải so với năm cơ sở 2020 (nghìn tấn CO <sub>2</sub> tđ)	Mức phát thải dự báo 2030 sau khi áp dụng các giải pháp giảm phát thải (nghìn tấn CO <sub>2</sub> tđ)
1	GP1- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải sinh hoạt nhằm giảm phát thải khí mê-tan			2.815,08	
2	GP2- Ứng dụng công nghệ sinh học để loại bỏ khí mê-tan từ quá trình xử lý nước thải sinh hoạt	8.975,66	10.960,00	960,51	5.200,73
3	GP3- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải công nghiệp nhằm giảm phát thải mê-tan			253,84	
4	GP4- Thu hồi khí mê-tan từ xử lý nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao	3.051,57	7.030,00	868,13	1.877,44
	Tổng cộng	12.027,23	17.990,00	4.897,56	7.078,17

Từ đó, nghiên cứu tính được tỷ lệ giảm phát thải CH<sub>4</sub> vào năm 2030 so với mức phát thải năm 2020 như sau:

$$\begin{aligned} \text{Tỷ lệ giảm phát thải so với mức phát thải năm 2020} &= \frac{\text{Mức phát thải năm 2020} - \text{Mức phát thải năm 2030}}{\text{Mức phát thải năm 2020}} \times 100 \\ &= \frac{(12.027,23 - 7.078,17)}{12.027,23} \times 100 = 41,15 (\%) \end{aligned}$$

Như vậy, tổng tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan từ xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp năm 2030 so với năm 2020 theo kịch bản áp dụng các giải pháp công nghệ nêu trên đạt 41,15%. Trong đó, xử lý nước thải sinh hoạt có tiềm năng giảm 42,1% và xử lý nước thải công nghiệp có tiềm năng giảm 37,4% phát thải khí mê-tan so với năm 2020. Trong các giải pháp công nghệ được đề xuất, giải pháp GP1- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải sinh hoạt nhằm giảm phát thải khí mê-

tan và giải pháp GP4- Thu hồi khí mê-tan từ xử lý nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao được đánh giá là 2 công nghệ có tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan lớn nhất.

So với kịch bản phát thải thông thường (BAU) đến năm 2030 [3], tổng tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan trong xử lý nước thải gồm nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp khi áp dụng các giải pháp công nghệ nêu trên được trình bày ở Hình 1 dưới đây.



Hình 1. Tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan trong xử lý nước thải đến năm 2030 theo kịch bản đề xuất so với kịch bản BAU (nghìn tấn CO<sub>2e</sub>)

Như vậy, khi áp dụng các giải pháp công nghệ có tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan trong xử lý nước thải, lượng phát thải khí mê-tan vào năm 2030 có thể giảm 10.911,83 nghìn tấn CO<sub>2e</sub>, tương đương khoảng 61% so với kịch bản phát thải thông thường (BAU).

#### 4. Kết luận

Với mục tiêu giảm lượng phát thải khí mê-tan đến năm 2030 tối thiểu 30% so với năm 2020 trong lĩnh vực xử lý nước thải ở nước ta, nghiên cứu đã đề xuất lựa chọn 4 giải pháp công nghệ xử lý nước thải để đánh giá tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan. Theo kịch bản áp dụng các giải pháp công nghệ giảm phát thải khí mê-tan, tổng tiềm năng giảm phát thải của các biện pháp được đề xuất vào năm 2030 so với mức phát thải năm 2020 ước tính gần 4,9 triệu tấn CO<sub>2e</sub>, tương ứng với mức giảm là 41,155%. Trong đó,

tiềm năng giảm phát thải của các giải pháp xử lý nước thải sinh hoạt là 42,1% và xử lý nước thải công nghiệp là 37,4%.

Cụ thể đối với từng giải pháp công nghệ khi được áp dụng theo kịch bản như đã trình bày (Bảng 3), tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan vào năm 2030 so với năm 2020 của giải pháp GP1 là 2.815,08 nghìn tấn CO<sub>2e</sub> (chiếm 57,5% tổng tiềm năng giảm phát thải), giải pháp GP2 là 960,51 nghìn tấn CO<sub>2e</sub> (chiếm 19,6% tổng tiềm năng giảm phát thải), giải pháp GP3 là 253,84 nghìn tấn CO<sub>2e</sub> (chiếm 5,2% tổng tiềm năng giảm phát thải) và giải pháp GP4 là 868,13 nghìn tấn CO<sub>2e</sub> (chiếm 17,7% tổng tiềm năng giảm phát thải). Việc áp dụng các giải pháp công nghệ vào điều kiện của nước ta hiện nay cần xem xét về khía cạnh kỹ thuật, đồng thời chú trọng vào các giải pháp có tiềm năng giảm phát thải cao cũng như chi phí thấp.

**Lời cảm ơn:** Các tác giả bài báo chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Nhiệm vụ “Xây dựng Kế hoạch hành động giảm phát thải khí mê-tan đến năm 2030” do Bộ Tài nguyên và Môi trường chủ trì, đã cung cấp nguồn số liệu cho chúng tôi thực hiện nghiên cứu này.

#### Tài liệu tham khảo

##### Tài liệu tiếng Việt

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022), Báo cáo kỹ thuật xây dựng kế hoạch hành động giảm phát thải khí mê-tan đến năm 2030.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021), Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia, giai đoạn 2016-2020.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020), Báo cáo kỹ thuật đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) của Việt Nam.
4. Trần Sỹ Nam và cộng sự (2021), "Xây dựng mô hình biogas xử lý chất thải chăn nuôi heo và cung cấp năng lượng tái tạo khí sinh học cho cộng đồng", Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp, Tập 10, Số 3, 2021, tr. 64-76.
5. Trần Sỹ Nam và cộng sự (2022), "Sản xuất khí sinh học từ các nguồn chất thải khác nhau ở Đồng bằng sông Cửu Long", Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ, tập 58 Số Chuyên đề SDMD (2022), tr. 239-251.

6. Thủ tướng Chính phủ (2022), *Quyết định số 942/QĐ-TTg ngày 05/8/2022 phê duyệt Kế hoạch hành động giảm phát thải khí mê-tan đến năm 2030*.
7. Tổng cục Môi trường (2011), *Tài liệu kỹ thuật đánh giá sự phù hợp của công nghệ xử lý nước thải một số ngành công nghiệp*.
8. Tổng cục Thống kê (2021), *Niên giám thống kê năm 2020*, Nhà xuất bản Thống kê.
9. Bùi Thị Phương Trinh (2020), "Nghiên cứu hành động giảm phát thải khí nhà kính phù hợp với điều kiện quốc gia cho nước thải ở các lò giết mổ gia súc tập trung", *Luận văn thạc sĩ*, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam.
10. Trung tâm sản xuất sạch Việt Nam (2008), *Tài liệu hướng dẫn sản xuất sạch hơn*.

#### Tài liệu tiếng Anh

11. Intergovernmental Panel on Climate Change (2014), *IPCC Fifth Assessment Report (AR5)*.
12. Intergovernmental Panel on Climate Change (2021), *IPCC Sixth Assessment Report (AR6)*.
13. Intergovernmental Panel on Climate Change (2006), *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 5*.
14. José Luis Campos et al. (2016), "Greenhouse Gases Emissions from Wastewater Treatment Plants: Minimization, Treatment, and Prevention", *Journal of Chemistry*, volume 2016, pp. 1-12.
15. Özlem Demir, Pelin Yapıcıoğlu (2019), "Investigation of GHG emission sources and reducing GHG emissions in a municipal wastewater treatment plant", *Greenhouse Gas Science Technology*, vol. 9, pp. 948-964.
16. Pelin Yapıcıoğlu, Özlem Demir (2021), "Minimizing greenhouse gas emissions of an industrial wastewater treatment plant in terms of water–energy nexus", *Applied Water Science*, vol. 11, pp. 180-193.

## ASSESSMENT OF THE METHANE EMISSIONS REDUCTION POTENTIAL OF SEVERAL WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGIES

Mai Trong Hoang, Le Ngoc Cau, Nguyen Thu Minh, Nguyen Thi Thanh Hoai, Tran Viet Tung  
Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Received: 18/10/2022; Accepted: 17/11/2022

**Abstract:** *The Global Methane Pledge is an initiative initiated at COP26 with the aim of reducing global methane emissions by 30 percent below 2020 levels by 2030. The purpose of this study is to assess the methane reduction potential of several domestic and industrial wastewater treatment technologies in 2030 compared to 2020. Using the 2006 National Greenhouse Gas Inventory Guidelines (IPCC 2006), the study assessed the methane reduction potential of the proposed wastewater treatment measures to be about 4.9 million tons of CO<sub>2eq</sub> in 2030 compared to 2020, corresponding to a reduction of 41.155%, of which domestic wastewater treatment has the potential to reduce 42.1% and industrial wastewater treatment has the potential to reduce 37, 4% methane emission. Regarding each technological measure, methane reduction potential of measure GP1- Optimizing domestic wastewater treatment conditions to reduce methane emissions is 2,815.08 thousand tons of CO<sub>2eq</sub>, measure GP2- Using biotechnology to remove methane from domestic wastewater treatment process is 960.51 thousand tons of CO<sub>2eq</sub>, measure GP3- Optimizing industrial wastewater treatment conditions to reduce methane emission is 253.84 thousand tons CO<sub>2eq</sub> and measure GP4- Methane recovery from the treatment of industrial wastewater with high organic matter content is 868.13 thousand tons of CO<sub>2eq</sub>.*

**Keywords:** *Global Methane Pledge, Methane emission, Wastewater treatment*