

**GIẢI PHÁP KỸ THUẬT ĐIỀU CHỈNH THIẾT KẾ BÃI CHÔN LẤP
HỢP VỆ SINH PHÙ HỢP VỚI ĐIỀU KIỆN MÔI TRƯỜNG ĐỊA HÌNH,
THỜI TIẾT KHÁC NHAU KHI ÁP DỤNG TIÊU CHUẨN TCVN 13766:2023**

**TECHNICAL SOLUTIONS FOR ADJUSTING SANITARY LANDFILL
DESIGN TO SUIT VARYING TOPOGRAPHICAL, CLIMATIC, AND
ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN COMPLIANCE WITH THE
TCVN 13766:2023 STANDARD**

Phạm Văn Vượng

Viện Khoa học công nghệ xây dựng

Email: vuongpv.ibst@gmail.com, 0963 876 686

DOI: <https://doi.org/10.59382/hnkh17-ibst.2025.ses3-17>

TÓM TẮT: Chôn lấp hợp vệ sinh, một phương pháp xử lý chất thải rắn truyền thống, đang dần được thay thế bởi các công nghệ tiên tiến hơn như đốt rác phát điện. Công nghệ này hiện đang được Chính phủ khuyến khích và ưu đãi nhằm thu hút các nhà đầu tư trong và ngoài nước, hướng tới mục tiêu xây dựng đô thị xanh và phát triển bền vững. Tuy nhiên, tại một số địa phương chưa được đầu tư hoặc chưa có đủ nguồn rác để vận hành nhà máy đốt rác phát điện, phương pháp chôn lấp hợp vệ sinh vẫn là giải pháp khả thi và cần thiết trong giai đoạn hiện nay.

Việc chôn lấp chất thải rắn hợp vệ sinh hiện được áp dụng theo TCVN 13766:2023 Chất thải rắn - Bãi chôn lấp hợp vệ sinh - Yêu cầu thiết kế. Trong quá trình thiết kế và thi công tại nhiều địa phương, một số nội dung của tiêu chuẩn này đã bộc lộ những điểm chưa phù hợp với điều kiện địa hình, địa chất và khí hậu khác nhau, cần được nghiên cứu điều chỉnh để bảo đảm tính hiệu quả và khả thi trong thực tiễn.

Thông qua nghiên cứu toàn diện, sửa đổi thiết kế và triển khai thực tế, tác giả đã đề xuất và áp dụng một số điều chỉnh để khắc phục những hạn chế này, qua đó tăng cường khả năng áp dụng của tiêu chuẩn vào các bối cảnh môi trường và thủy văn đa dạng.

TỪ KHÓA: Xử lý chất thải rắn; chôn lấp hợp vệ sinh; đốt rác phát điện; ống thu gom nước rỉ rác; ống thu gom khí thải.

ABSTRACT: Sanitary landfill, a traditional method for solid waste treatment, is gradually being replaced by more advanced technologies such as waste-to-energy incineration. This technology is currently encouraged and incentivized by the Government to attract domestic and foreign investors, aiming to develop green and sustainable urban areas. However, in some localities where investment has not yet been made or the waste supply is insufficient to operate waste-to-energy plants, sanitary landfilling remains a practical and necessary solution at the present stage.

At present, sanitary landfilling in Vietnam is implemented in accordance with TCVN 13766:2023 Solid Waste - Sanitary Landfill - Design Requirements. During the design and construction processes in various regions, certain provisions of this standard have shown inconsistencies with different topographical, geological, and climatic conditions, which need to be studied and adjusted to ensure practical applicability and technical effectiveness.

Through comprehensive research, design modifications, and practical implementation, the author has proposed and applied several adjustments to overcome these limitations, thereby enhancing the applicability of the standard to diverse environmental and hydrogeological contexts.

KEYWORDS: Solid waste treatment; sanitary landfill; waste incineration for power generation; leachate collection pipe; exhaust gas collection pipe.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

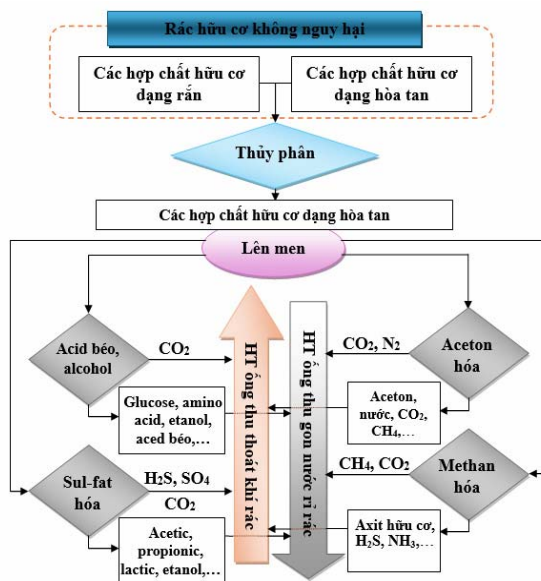
Hiện nay, quá trình đô thị hóa nhanh chóng tại các tỉnh, thành phố đã kéo theo nhiều hệ lụy nghiêm trọng về ô nhiễm môi trường. Vấn đề ô nhiễm môi trường đô thị cần được xem xét và định hướng xử lý ngay từ giai đoạn quy hoạch chi tiết đô thị, đồng thời chính quyền địa phương cần ban hành các chế tài phù hợp nhằm nâng cao ý thức và trách nhiệm của cộng đồng, hướng tới mục tiêu xây dựng môi trường đô thị xanh, sạch và bền vững.

Công tác xử lý các vấn đề ô nhiễm môi trường phát sinh sau quá trình đô thị hóa luôn là một thách thức cấp bách, bởi quá trình xử lý thường gặp nhiều rào cản kỹ thuật, trong khi nguồn thải ra môi trường ngày càng đa dạng và độc hại hơn trước. Hệ thống văn bản pháp lý hiện hành, bao gồm luật, nghị định, thông tư, quy chuẩn và tiêu chuẩn kỹ thuật, cũng cần được thường xuyên cập nhật để phù hợp với sự phát triển của công nghệ mới và bối cảnh chuyển đổi số hiện nay.

2. CƠ CHẾ SINH HÓA CHÔN LẤP CTR KHÔNG NGUY HẠI HỢP VỆ SINH

2.1. Nguyên tắc chung của cơ chế sinh hóa

Qua quá trình theo dõi và phân tích các chỉ tiêu hóa lý tại các bãi chôn lấp chất thải rắn hợp vệ sinh (trong đó có Bãi chôn lấp Khánh Sơn, thành phố Đà Nẵng và một số bãi chôn lấp khác), tác giả đã tổng hợp được sơ đồ cơ chế sinh hóa chung như thể hiện tại Hình 1.



Hình 1: Sơ đồ cơ chế sinh hóa trong bãi chôn lấp

Sau đây là phân tích chi tiết cơ chế sinh hóa trong quá trình chôn lấp:

(1) Nguồn đầu vào

Rác hữu cơ không nguy hại là đầu vào chính của quá trình chôn lấp (ví dụ: thức ăn thừa, rau quả, giấy, gỗ,...).

Rác được phân loại thành hai nhóm chính: Các hợp chất hữu cơ dạng rắn (ví dụ: cellulose, protein, lipid...); Các hợp chất hữu cơ dạng hòa tan (đã tan trong nước rỉ rác hoặc có khả năng hòa tan).

(2) Thủy phân

Đây là giai đoạn khởi đầu của quá trình phân hủy sinh học. Dưới tác dụng của vi sinh vật và enzyme ngoại bào, các hợp chất hữu cơ cao phân tử (dạng rắn) bị phân giải thành các hợp chất hữu cơ hòa tan, có cấu trúc đơn giản hơn như glucose, amino acid, acid béo,...

Giai đoạn thủy phân là tiền đề bắt buộc để các quá trình sinh hóa kế tiếp có thể diễn ra.

(3) Lên men (Acidogenesis)

Các chất hữu cơ hòa tan tiếp tục được vi sinh vật lên men để tạo ra: Axit béo dễ bay hơi (VFA) như axit acetic, propionic, butyric...; Ethanol, methanol, H₂, CO₂.

Quá trình này làm giảm pH tạo điều kiện thuận lợi cho các bước acetat hóa và methan hóa sau đó.

(4) Các cơ chế sinh hóa chuyên biệt

Acid hóa (Acid béo - alcohol): Tạo ra: CO₂, alcohol, acid hữu cơ. Giai đoạn này góp phần làm giảm pH trong nước rỉ rác, thúc đẩy quá trình phân hủy sâu hơn.

Sul-fat hóa (sulfatogenesis): Biến đổi sulphate thành H₂S, SO₄²⁻; Sinh CO₂ và các acid bay hơi. Giai đoạn này tạo mùi hôi và khí độc (H₂S) đặc trưng cho giai đoạn đầu của bãi rác.

Aceton hóa (acetogenesis): Tạo ra Aceton, nước, CO₂, CH₄, N₂. Là giai đoạn trung gian trong chuỗi phản ứng yếm khí, giúp chuyển hóa các hợp chất hữu cơ phức tạp thành dạng thích hợp cho methan hóa.

Methan hóa (Methanogenesis): Các acid hữu cơ và H₂, CO₂ được vi sinh methanogen biến thành khí metan (CH₄) và CO₂. Đây là giai đoạn cuối cùng và quan trọng nhất, tạo ra khí sinh học (biogas) có thể thu hồi và tận dụng làm năng lượng tái tạo.

(5) Thu gom và xử lý đầu ra

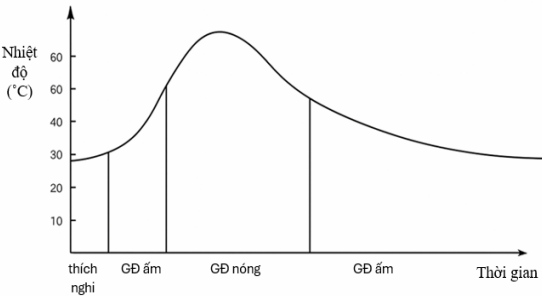
Hệ thống thu gom khí rác: Thu hồi $\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{H}_2\text{S}, \text{NH}_3, \text{H}_2, \text{N}_2, \dots$. Giúp giảm thiểu phát thải khí nhà kính và mùi hôi, đồng thời tận dụng khí CH_4 làm nguồn năng lượng tái tạo.

Hệ thống thu gom nước rỉ rác: Nước rỉ rác chứa nhiều kim loại nặng ($\text{Zn}, \text{Ni}, \text{Cr}, \text{Pb}, \text{Hg}, \dots$), VFA, NH_3 , chất hữu cơ hòa tan. Nếu không được xử lý triệt để, đây là nguồn gây ô nhiễm nghiêm trọng cho đất và nước ngầm.

2.2. Mối tương quan giữa nhiệt độ và thời gian trong bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt (CTRS)

Sau khi rác được chôn lấp, lu lèn và phủ đất từng lớp theo quy định, các vi sinh vật bắt đầu tham gia vào quá trình phân hủy sinh học của chất thải rắn thông qua nhiều giai đoạn chuyển hóa nối tiếp nhau, bao gồm: Giai đoạn thích nghi môi trường; Giai đoạn chuyển hóa chuyển tiếp ở nhiệt độ ấm; Giai đoạn chuyển hóa mạnh ở nhiệt độ nóng (tới 60°C); Giai đoạn bão hòa ở nhiệt độ ấm; Sau cùng là giai đoạn ổn định kết thúc quá trình sinh hóa.

Các giai đoạn chuyển hóa sinh học trong bãi chôn lấp CTRSH hợp vệ sinh hoặc trong mô hình xử lý sinh học hiếu khí được thể hiện trên Hình 2. Biểu đồ này cho phép theo dõi sự biến đổi nhiệt độ - một chỉ báo quan trọng phản ánh hoạt động của vi sinh vật trong từng giai đoạn phân hủy. Các giai đoạn chính gồm: Giai đoạn 1. Giai đoạn thích nghi môi trường; Giai đoạn 2. Giai đoạn chuyển tiếp; Giai đoạn 3. Giai đoạn acid hóa; Giai đoạn 4. Giai đoạn lên men (alcohol); Giai đoạn 5. Giai đoạn kết thúc quá trình chuyển hóa sinh học.



Hình 2: Sự phát triển của các loại vi sinh vật theo nhiệt độ

Ý nghĩa của biểu đồ:

- Biểu đồ giúp đánh giá hiệu quả xử lý sinh học, xác định điều kiện hiếu khí và mức độ ổn định hóa chất thải.

- Nếu nhiệt độ không đạt đỉnh tối thiểu 55°C , quá trình phân hủy có thể chưa triệt để, dẫn đến tồn dư chất hữu cơ và phát sinh mùi.

- Biểu đồ cũng có thể được ứng dụng trong giám sát vận hành các ô compost, bãi chôn lấp hiếu khí hoặc mô phỏng mô hình xử lý CTRSH bằng công nghệ sinh học hiếu khí.

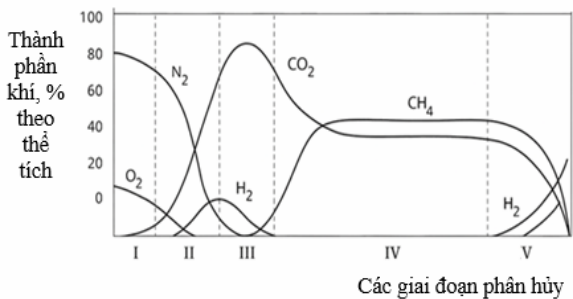
Bảng 1: Bảng diễn giải cơ chế tại các giai đoạn phân hủy

STT	Giai đoạn	Diễn giải
1	Thích nghi	Vi sinh vật bắt đầu thích nghi với môi trường chất thải mới, số lượng và hoạt tính còn thấp.
2	GD ấm (1)	Vi sinh vật phân hủy các hợp chất dễ phân hủy (như đường, axit amin), sinh nhiệt làm nhiệt độ môi trường tăng dần.
3	GD nóng (nhiệt sinh học)	Là giai đoạn hoạt động mạnh nhất của vi sinh vật hiếu khí; nhiệt độ đạt đỉnh $55 - 65^\circ\text{C}$. Quá trình oxy hóa mạnh các chất hữu cơ gây ra hiện tượng nhiệt sinh học.
4	GD ấm (2)	Sau giai đoạn cực đại, nguồn cơ chất giảm, vi sinh vật chết hoặc giảm hoạt động, nhiệt độ giảm dần.
5	(Sau cùng)	Nhiệt độ trở lại gần với môi trường xung quanh, quá trình phân hủy kết thúc, bãi rác dần ổn định về sinh học và hóa lý.

2.3. Phân tích thành phần khí và chỉ tiêu hóa lý trong quá trình phân hủy chất thải rắn không nguy hại

2.3.1. Biểu đồ thành phần khí sinh ra (%) theo thời gian

Mối tương quan giữa thành phần các chất trong quá trình phân hủy và thời gian được thể hiện như sau:



Hình 3: Biểu đồ sinh khí qua các giai đoạn phân hủy rác

- Theo biểu đồ các thành phần khí phát sinh được xác định như sau:

+ O₂ (oxy): Có mặt trong giai đoạn đầu do không khí trong lỗ rỗng đất và chất thải.

+ N₂ (nitơ): Tồn tại ban đầu do không khí xâm nhập; sau giảm nhanh khi môi trường yếm khí hình thành.

+ CO₂ (carbon dioxide): Tăng mạnh ở giai đoạn đầu do hoạt động phân hủy hiếu khí → sau đó tiếp tục tồn tại ở mức thấp trong các giai đoạn yếm khí.

+ H₂ (hydro): Xuất hiện trong thời gian ngắn, đạt đỉnh ở giai đoạn axit hóa do quá trình lên men kỵ khí, sau đó giảm nhanh.

+ CH₄ (methane): Hình thành muộn hơn, sau khi các axit béo bay hơi (VFA) được phân hủy; là sản phẩm đặc trưng của giai đoạn sinh methane.

- Diễn giải theo giai đoạn:

(1) Giai đoạn I - Hiếu khí: Có mặt các khí O₂, CO₂, N₂; quá trình phân hủy hiếu khí diễn ra mạnh, sinh nhiều nhiệt.

(2) Giai đoạn II - Chuyển tiếp yếm khí: O₂ giảm dần, H₂ và CO₂ tăng, môi trường yếm khí bắt đầu hình thành.

(3) Giai đoạn III - Axit hóa (Acidogenic): H₂ và CO₂ đạt cực đại, xuất hiện VFA, pH giảm đáng kể.

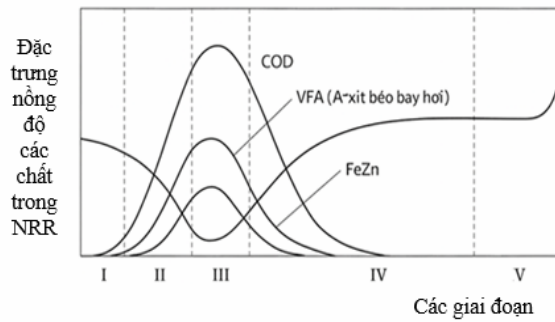
(4) Giai đoạn IV - Sinh methane (Methanogenic): CH₄ tăng nhanh, H₂ giảm mạnh, CO₂ duy trì, pH tăng dần.

(5) Giai đoạn V - Ổn định: CH₄ duy trì trong thời gian ngắn rồi giảm dần; lượng khí phát sinh ngày càng ít.

2.3.2. Biểu đồ các chỉ số nồng độ hóa lý theo thời gian

Việc thiết kế và vận hành hệ thống xử lý nước rỉ rác cần dựa trên sự hiểu biết về các giai đoạn phân hủy chất thải rắn (CTR) chôn lấp hợp vệ sinh, nhằm lựa chọn công nghệ xử lý phù hợp (ví dụ: ở giai đoạn III cần áp dụng xử lý sinh học mạnh, trong khi giai đoạn V chỉ cần xử lý hoàn thiện).

Đồng thời, việc theo dõi sự biến đổi các chỉ tiêu hóa lý theo thời gian giúp đánh giá rủi ro môi trường trong quá trình vận hành bãi chôn lấp, từ đó xây dựng mô hình dự báo chất lượng nước rỉ rác (NRR) cho các dự án xử lý chất thải rắn.



Hình 4: Biểu đồ đặc trưng nồng độ các chất trong NRR

Giải thích các thông số hiển thị trong biểu đồ:

(1) COD (Chemical Oxygen Demand - Nhu cầu oxy hóa học):

Đại diện cho tổng hàm lượng chất hữu cơ có trong nước rỉ rác; là chỉ tiêu phản ánh mức độ ô nhiễm hữu cơ tổng hợp.

Nồng độ COD đạt giá trị cực đại tại giai đoạn III (axit hóa mạnh), sau đó giảm dần khi các hợp chất hữu cơ phức tạp bị phân hủy thành các hợp chất đơn giản và khí.

(2) VFA (Volatile Fatty Acids - Axit béo bay hơi):

Là sản phẩm trung gian của quá trình lên men các chất hữu cơ (glucose, protein, lipid...).

Nồng độ tăng nhanh trong giai đoạn II và III, sau đó giảm mạnh khi được chuyển hóa thành khí CH₄, CO₂ trong quá trình methan hóa.

(3) Fe, Zn (sắt, kẽm):

Là các kim loại nặng hòa tan, có thể xuất hiện trong nước rỉ rác do phản ứng hóa học và quá trình rửa trôi từ khối rác.

Nồng độ cao ở giai đoạn đầu do điều kiện pH thấp làm tăng khả năng hòa tan, sau đó giảm dần ở giai đoạn IV, V khi pH tăng và kim loại kết tủa trở lại.

3. NHỮNG BẤT CẬP TRONG THIẾT KẾ BÃI CHÔN LẤP HỢP VỆ SINH ÁP DỤNG TCVN 13766:2023

3.1. Thiếu phân vùng thiết kế theo giai đoạn sinh hóa

Hiện nay, việc thiết kế bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) hợp vệ sinh theo TCVN 13766:2023 vẫn chưa có sự phân vùng rõ ràng theo các giai đoạn sinh hóa diễn ra trong khối rác.

Thực tế, quá trình phân hủy hữu cơ trong bãi chôn lấp trải qua nhiều giai đoạn kế tiếp nhau: giai đoạn khởi đầu (axit hóa sơ cấp), giai đoạn axit hóa

manh, giai đoạn methan hóa và giai đoạn ổn định cuối cùng, mỗi giai đoạn đều có đặc điểm hóa học và vi sinh vật học hoàn toàn khác nhau.

Tuy nhiên, TCVN 13766:2023 hiện chưa quy định cụ thể về:

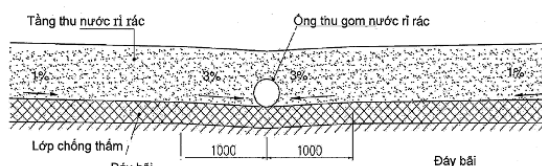
- Việc phân chia khu vực hoặc bố trí lớp đệm xử lý phù hợp với từng giai đoạn sinh hóa;
- Các giải pháp thiết kế có tính “động học” (phù hợp với chu kỳ biến đổi sinh hóa trong khối rác), ví dụ: cơ chế kiểm soát khí và thoát nước linh hoạt trong giai đoạn axit hóa mạnh.

3.2. Bất cập trong xử lý và thu gom nước rỉ rác

Thành phần và nồng độ các chất ô nhiễm trong nước rỉ rác (NRR) thay đổi đáng kể theo thời gian, đặc biệt ở các giai đoạn sinh hóa II-III khi COD và VFA đạt giá trị cực đại, tải trọng ô nhiễm có thể cao gấp nhiều lần so với giai đoạn ổn định (giai đoạn V).

TCVN 13766:2023 tuy có quy định về hệ thống thu gom nước rỉ rác, nhưng còn tồn tại một số bất cập như sau:

- Chưa quy định rõ yêu cầu thiết kế hệ thống thu gom phải được tính toán theo tải trọng ô nhiễm cực đại (COD, VFA) của các giai đoạn đỉnh.
- Chưa đề cập đến đặc điểm hóa học đặc trưng theo từng giai đoạn sinh hóa, dẫn đến thiết kế hệ thống thu gom thiếu tính linh hoạt, hiệu quả thu gom thấp trong các giai đoạn ô nhiễm cao.
- Theo Mục 6.3.2, Hình 1 - “Độ dốc thiết kế đáy ô chôn lấp” của TCVN 13766:2023, lớp đệm cát dày 0,3 m đặt trực tiếp lên ống thu gom đục lỗ D20 là không hợp lý. Khi NRR chảy, hạt cát dễ bị cuốn theo dòng chảy vào ống, gây tắc nghẽn hệ thống thu gom (Hình 5).



Hình 5: Mẫu thiết kế thu NRR đáy học rác không hợp lý

Kết quả quan trắc thực tế tại Bãi chôn lấp Khánh Sơn (thành phố Đà Nẵng) cho thấy: Nồng độ các thông số ô nhiễm trong NRR vào mùa khô cao hơn rõ rệt so với mùa mưa (Bảng 2 và 3), cho thấy sự cần thiết phải điều chỉnh thiết kế hệ thống thu gom theo biến động mùa và giai đoạn sinh hóa.

Bảng 2: Bảng kết quả các chỉ tiêu NRR mùa khô, mẫu ngày 7/7/2023 tại Đà Nẵng

STT	Thông số (Test Properties)	Phương pháp thử nghiệm (Test Method)	ĐVT (Unit)	Kết quả (Test Results)
1	pH(1)(2)	TCVN 6492:2011	-	6,2
2	COD(1)(2)	TCVN 6491:1999	mg/L	47.000
3	Amoni (NH ₄ + -N) (1) (2)	TCVN 6179-1:1996	mg/L	543
4	Clorua (Cl-) (1) (2)	TCVN 6194:1996	mg/L	74,3
5	Sunfua (S ₂ -) (2)	SMEWW 4500 S2-B&D:2017	mg/L	0,41
6	Florua (F-) (2)	SMEWW 4500-F - B&D:2017	mg/L	0,788
7	Xianua (CN)(2)	SMEWW 4500-CN-C&E:2017	mg/L	< 0,002
8	Tổng Nito(2)	TCVN 6638:2000	mg/L	1.080
9	Asen (As)(1)(2)	SMEWW 3113B:2017	mg/L	0,010
10	Cadimi (Cd)(1)(2)	SMEWW 3113B:2017	mg/L	< 0,0002
11	Chì (Pb)(1)(2)	SMEWW 3113B:2017	mg/L	< 0,0006

Bảng 3: Bảng kết quả các chỉ tiêu NRR mùa mưa, mẫu ngày 31/8/2023 tại Đà Nẵng

STT	Thông số (Test Properties)	Phương pháp thử nghiệm (Test Method)	ĐVT (Unit)	Kết quả (Test Results)		
				NT ₁	NT ₂	NT ₃
1	pH(1)(2)	TCVN 6492:2011	-	7,2	7,1	7,4
2	BOD ₅ (2)	TCVN 6001-1:2008	mg/L	960	1.870	2.020
3	COD(1)(2)	TCVN 6491:1999	mg/L	1.134	3.750	3.830
4	Tổng Nito(2)	TCVN 6638:2000	mg/L	630	730	1.030
5	Tổng Photpho (1) (2)	TCVN 6202:2008	mg/L	6,65	8,36	8,68

Với kết quả quan trắc thực tế cho thấy nồng độ COD của NRR đạt đỉnh điểm vào mùa khô là 47.000 mg/L, trong khi vào mùa mưa chỉ khoảng 3.800 mg/L, có thể thấy rõ rằng hệ thống thu gom và xử lý NRR cần phải thích ứng linh hoạt theo điều kiện thời tiết. Việc thay đổi đáng kể về tải trọng ô nhiễm này buộc Trạm xử lý NRR phải điều chỉnh

định kỳ liều lượng và loại hóa chất xử lý, nhằm đảm bảo nước thải sau xử lý luôn đạt quy chuẩn xả thải ra môi trường theo QCVN 25:2022/BTNMT.

Điều đó đồng nghĩa rằng lượng mưa theo mùa ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình vận hành và chi phí xử lý NRR: vào mùa khô, chi phí xử lý tăng cao do tải lượng ô nhiễm lớn (COD, VFA, kim loại nặng...), trong khi mùa mưa chi phí giảm do sự pha loãng tự nhiên của nước rỉ rác.

3.3. Hệ thống thu gom và xử lý khí thải

Trong giai đoạn đầu của quá trình phân hủy rác (giai đoạn II-III), lượng khí mùi và khí nhà kính phát thải tăng mạnh, chủ yếu bao gồm CO₂, H₂S, NH₃ và các hợp chất bay hơi của acid béo (VFA). Các khí này không chỉ gây mùi khó chịu mà còn có thể ảnh hưởng đến sức khỏe công nhân vận hành và gia tăng độc tố trong khu vực lân cận.

Mặc dù TCVN 13766:2023 có quy định về bố trí hệ thống thu gom khí tại ô chôn lấp, song vẫn còn thiếu các hướng dẫn kỹ thuật cụ thể, dẫn đến hiệu quả thu khí không cao. Cụ thể:

- Chưa quy định rõ thời điểm kích hoạt hệ thống thu khí: Nhiều dự án chỉ bắt đầu lắp đặt hoặc vận hành hệ thống sau 6 - 12 tháng kể từ khi chôn lấp, làm tăng lượng phát tán khí mùi và khí nhà kính ra môi trường trong giai đoạn đầu.

- Không quy định về vật liệu hấp phụ hoặc xử lý khí sơ cấp: Chưa có yêu cầu bắt buộc sử dụng vật liệu lọc sinh học (biofilter) hoặc lớp mùn hữu cơ để giảm nồng độ khí mùi trước khi xả ra môi trường.

Điều này cho thấy cần bổ sung quy định chi tiết hơn trong tiêu chuẩn, nhằm đảm bảo việc thu gom và xử lý khí phát sinh được thực hiện ngay từ giai đoạn sớm, hạn chế ô nhiễm mùi và phát thải khí nhà kính từ bãi chôn lấp.

3.4. Thiết kế lớp đáy chưa tính đến áp lực sinh học và rò rỉ kim loại

- Trong quá trình phân hủy chất thải rắn, đặc biệt ở giai đoạn axit hóa mạnh (giai đoạn II-III), các phản ứng sinh học và hóa học tạo ra các hợp chất H₂S, CO₂, CH₄ và acid hữu cơ bay hơi (VFA). Các chất này gây ra:

- + Gia tăng tính ăn mòn và phá hủy cấu trúc lớp chống thấm đáy, đặc biệt đối với các vật liệu như HDPE, lớp cát đệm hoặc đất sét tự nhiên, làm giảm hiệu quả cách ly lâu dài;

- + Tăng hệ số thấm (k) của lớp đệm đáy do hiện tượng phân rã sinh học và rò rỉ tại các mối hàn HDPE;

- + Làm thay đổi pH môi trường, từ đó thúc đẩy quá trình hòa tan và di chuyển kim loại nặng (Zn, Fe, Cr, Pb...) trong nước rỉ rác.

- Tuy nhiên, TCVN 13766:2023 hiện chưa có quy định hoặc yêu cầu đánh giá tác động của áp lực sinh học và ăn mòn hóa học lên hệ thống chống thấm đáy trong suốt vòng đời vận hành bãi chôn lấp. Do đó, thiết kế lớp đáy cần được cập nhật theo hướng “chống ăn mòn sinh học lâu dài”, bao gồm:

- + Bổ sung lớp bảo vệ trung gian giữa lớp HDPE và lớp cát đệm;

- + Sử dụng vật liệu có khả năng chống thấm - chống ăn mòn kép (dual-layer composite liner);

- + Thiết kế cơ chế trung hòa pH và giảm VFA trong vùng đáy học rác để hạn chế sự hòa tan và rò rỉ kim loại nặng ra môi trường đất và nước ngầm.

3.5. Đề xuất chỉnh sửa TCVN 13766:2023

Từ các bất cập nêu trên, việc hoàn thiện tiêu chuẩn TCVN 13766:2023 Bãi chôn lấp chất thải rắn hợp vệ sinh - Yêu cầu chung về bảo vệ môi trường cần được thực hiện theo hướng cập nhật phù hợp với điều kiện thực tế, các biến động hóa - sinh - khí trong suốt vòng đời vận hành của bãi. Cụ thể:

(1) Phân vùng theo giai đoạn sinh hóa:

Cần bổ sung yêu cầu thiết kế phân vùng lớp phủ bán phần và lớp cách nước linh hoạt, tương ứng với từng giai đoạn phân hủy rác.

- + Ở giai đoạn II-III, nên yêu cầu bố trí hệ thống thoát khí và thu gom nước rỉ rác (NRR) tăng cường, do tải lượng ô nhiễm (COD, VFA, kim loại) và khí sinh học phát sinh cao.

- + Ở giai đoạn IV-V, có thể chuyển sang lớp phủ ổn định, tập trung thu hồi khí CH₄ và giảm thấm nước mưa.

(2) Về nồng độ COD/VFA/kim loại:

Cần quy định rõ trong tiêu chuẩn rằng năng lực thiết kế của hệ thống xử lý NRR phải tính toán theo giá trị đỉnh (peak load), cụ thể:

- + COD ≥ 20.000 mg/L;

- + Có phương án xử lý kim loại nặng (Fe, Zn, Cr...) ở nồng độ biến động lớn.

- + Về cấu tạo, vùng đệm thu gom NRR cần được thiết kế theo mô hình tầng lọc ngược (reverse filter) hoặc bổ sung lớp vải địa kỹ thuật bao bọc ống HDPE thu NRR, nhằm ngăn ngừa cát mịn và hạt rắn xâm nhập gây tắc ống.

(3) Hệ thống thu và xử lý khí:

Bổ sung yêu cầu lắp đặt sớm hệ thống thu khí và khử mùi ngay từ tháng thứ 1 - 2 sau khi vận hành để giảm phát thải khí độc và mùi (CH_4 , H_2S , NH_3). Đồng thời, cần yêu cầu lớp phủ khử mùi sơ cấp (biofilter, mùn hữu cơ hoặc compost) tại các ô rác đang trong giai đoạn phân hủy mạnh.

(4) Lớp đáy chống thấm:

Tiêu chuẩn cần bổ sung yêu cầu thiết kế lớp đệm khoáng (đất sét, bentonite) kết hợp lớp trung hòa pH sơ cấp phía trên HDPE (ví dụ: lớp vôi hoặc sỏi trộn than hoạt tính) để hạn chế tác động ăn mòn sinh học và rò rỉ kim loại nặng.

Ngoài ra, cần có quy định kiểm tra định kỳ hệ số thấm (k) và độ bền HDPE theo thời gian vận hành nhằm đảm bảo hiệu quả chống thấm lâu dài.

(5) Bổ sung yêu cầu về quan trắc, giám sát vận hành bãi chôn lấp:

Đề nghị bổ sung quy định về hệ thống quan trắc tự động, liên tục đối với các thông số chính của nước rỉ rác (lưu lượng, pH, COD, nhiệt độ) và khí bãi rác (CH_4 , CO_2 , H_2S).

Dữ liệu quan trắc phải được truyền về cơ quan quản lý môi trường cấp tỉnh theo thời gian thực, nhằm bảo đảm kiểm soát kịp thời các sự cố môi trường.

Cho phép áp dụng mô hình quản lý thông tin hạ tầng kỹ thuật (Infrastructure Information Modeling - IIM) và các cảm biến IoT để theo dõi diễn biến phân hủy, phục vụ công tác giám sát dài hạn, nhằm nâng cao năng lực giám sát, quản lý rủi ro và dự báo chất lượng nước rỉ rác, khí sinh học trong suốt vòng đời vận hành bãi chôn lấp.

(6) Yêu cầu kỹ thuật đối với vật liệu địa kỹ thuật:

Đề nghị bổ sung quy định cụ thể về chỉ tiêu cơ lý và hóa học của vật liệu sử dụng trong lớp lót đáy và lớp phủ bãi chôn lấp, bao gồm:

+ Cỡ lỗ biểu kiến (AOS), độ thấm, độ bền kéo, độ giãn dài, khả năng chống tia UV;

+ Độ bền hóa học trong môi trường nước rỉ rác có pH thấp và hàm lượng VFA cao. Các chỉ tiêu kỹ thuật này cần được dẫn chiếu tới TCVN 9849:2013, TCVN 10304:2014 và các tiêu chuẩn tương đương của ASTM (D4751, D4491, D4355) để bảo đảm tính tương thích quốc tế.

Mục đích: Bảo đảm vật liệu địa kỹ thuật duy trì độ bền và chức năng tách - lọc - bảo vệ lâu dài trong môi trường phân hủy yếm khí.

(7) Về quy hoạch và liên kết hạ tầng xử lý liên vùng:

+ Đề nghị bổ sung quy định về tính đồng bộ và liên kết vùng trong thiết kế, vận hành các bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt.

+ Thiết kế bãi chôn lấp cần tính đến mối liên hệ với trạm xử lý nước rỉ rác, khu xử lý tro xỉ, trạm ép rác trung chuyển và hệ thống thoát nước mưa chung.

+ Quy định cơ chế dự phòng kỹ thuật (backup) khi bãi chính tạm ngừng hoạt động hoặc gặp sự cố.

+ Cho phép xây dựng mô hình quản lý tích hợp giữa các khu xử lý CTR cấp vùng hoặc liên đô thị.

Mục đích: Bảo đảm tính ổn định, bền vững và hiệu quả kinh tế - môi trường của toàn bộ hệ thống xử lý CTR.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Việc rà soát, cập nhật và điều chỉnh TCVN 13766:2023 Chất thải rắn - Bãi chôn lấp hợp vệ sinh - Yêu cầu thiết kế là cần thiết nhằm bảo đảm sự phù hợp với điều kiện địa hình, địa chất, khí hậu và công nghệ xử lý chất thải rắn hiện nay. Các tiêu chuẩn hiện hành chưa phản ánh đầy đủ biến động môi trường tại Việt Nam, đặc biệt là trong điều kiện nhiệt đới ẩm, lượng mưa cao và mực nước ngầm nông.

- Kết quả nghiên cứu tại Bãi chôn lấp hợp vệ sinh Khánh Sơn, thành phố Đà Nẵng cho thấy các bất cập kỹ thuật chủ yếu trong tiêu chuẩn hiện hành bao gồm:

+ Thiếu quy định về phân vùng thiết kế theo giai đoạn sinh hóa của khối rác;

+ Thiếu cơ sở tính toán tải trọng đỉnh COD, BOD và VFA trong thiết kế hệ thống thu gom và xử lý nước rỉ rác;

+ Thiếu hướng dẫn cụ thể về thời điểm, cấu tạo và điều kiện kích hoạt hệ thống thu gom khí rác;

+ Cấu tạo lớp đáy chưa xét đến ăn mòn sinh học, rò rỉ kim loại nặng và suy giảm độ bền vật liệu HDPE trong môi trường chôn lấp lâu dài.

Những vấn đề trên dẫn đến sai số trong thiết kế kỹ thuật và làm giảm hiệu quả vận hành, tăng nguy cơ ô nhiễm thứ cấp.

- Kiến nghị Bộ Xây dựng và Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng xem xét điều chỉnh, bổ sung trong TCVN 13766:2023 các nội dung sau:

+ Bổ sung yêu cầu phân vùng sinh hóa và tính toán động học tải lượng ô nhiễm theo giai đoạn chôn lấp;

+ Quy định chi tiết về vật liệu bọc ống HDPE bằng vải địa kỹ thuật để chống nghẹt do cát mịn trong hệ thống thu gom nước rỉ rác;

+ Bổ sung tiêu chí thiết kế lớp đệm trung hòa pH và lớp bảo vệ cơ học đáy;

+ Cập nhật yêu cầu về giám sát định kỳ khí rác và nước rỉ rác theo thời gian vận hành.

Nghiên cứu hiện tại mới được thực hiện trên điều kiện địa chất và khí hậu tại Đà Nẵng. Trong thời gian tới, cần mở rộng khảo nghiệm mô hình này tại các vùng có đặc trưng địa chất khác nhau (đồng bằng, ven biển, miền núi) nhằm hoàn thiện bộ dữ liệu thực nghiệm và đề xuất xây dựng phụ lục hướng dẫn kỹ thuật (Annex) cho TCVN 13766:2023 trong giai đoạn tiếp theo, bảo đảm tính thống nhất và khả năng áp dụng trên phạm vi toàn quốc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Thông tư số 02/2022/TT-BTNMT về Hướng dẫn Luật Bảo vệ môi trường, 2022.
- [2] QCVN 05:2023/BTNMT về Chất lượng không khí, 2023.
- [3] TCVN 13766:2023 về Chất thải rắn - Bãi chôn lấp hợp vệ sinh - Yêu cầu thiết, 2023.
- [4] QCVN 14:2025/BTNMT về Nước thải sinh hoạt và nước thải đô thị, khu dân cư tập trung, 2025.
- [5] QCVN 25:2009/BTNMT về nước thải của bãi chôn lấp chất thải rắn, 2009.
- [6] Quyết định số 730/QĐ-UBND ngày 08/3/2025 Phê duyệt Đồ án Điều chỉnh quy hoạch xử lý chất thải rắn thành phố Đà Nẵng đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.
- [7] Quyết định số 538/QĐ-UBND ngày 23/02/2022 Phê duyệt Báo cáo hiện trạng môi trường thành phố Đà Nẵng giai đoạn 2016- 2020.
- [8] Quyết định số 2976/QĐ-BTNMT ngày 17/9/2024 phê duyệt kết quả thẩm định báo cáo đánh giá tác động môi trường của Dự án “Đầu tư, nâng cấp, cải tạo một số hạng mục Khu liên hợp xử lý chất thải rắn Khánh Sơn giai đoạn 2 (Hộc rác số 7 tại khu vực bãi rác Khánh Sơn)”.