

Xác định khối lượng, đánh giá thành phần và tính chất của chất thải rắn tại bãi chôn lấp không hợp vệ sinh Suối Rao

Lê Việt Thắng^{1,*}, Phan Hùng Việt²



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Việt Nam hiện có 80% bãi chôn lấp (BCL) không hợp vệ sinh (KHVS), do đó việc cải tạo, xử lý và phục hồi môi trường tại các BCL này sau khi đóng cửa là rất cần thiết và cấp bách. Tuy nhiên, hiện tại hầu hết các BCL KHVS đều không có số liệu thống kê lượng chất thải rắn (CTR) được đổ thải, cũng như số liệu về thành phần, tính chất của CTR chôn lấp – Đây là những thông tin cần thiết để các nhà quản lý đưa ra những phương án khả thi nhằm xử lý, phục hồi môi trường tại các BCL. Bài báo này trình bày trường hợp nghiên cứu điển hình tại BCL KHVS Suối Rao thuộc huyện Châu Đức, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu (BR-VT) với mục tiêu: Xác định khối lượng CTR chôn lấp; Đánh giá thành phần, tính chất của CTR tại BCL. Trên cơ sở ứng dụng phương pháp địa thống kê, cùng với công tác xác định vị trí hố đào, đào hố xác định độ sâu chôn lấp và lấy mẫu phân tích thành phần, tính chất của CTR, kết quả nghiên cứu cho thấy: có 6.387 tấn CTR được chôn lấp tại BCL Suối Rao, thấp hơn 12 lần so với dự báo của Sở Tài nguyên và Môi trường (TNMT) (76.295 tấn); Chất thải hầu hết đã bị phân hủy với thành phần hữu cơ dễ phân hủy sinh học chiếm 1,85% và khó phân hủy sinh học chiếm 27,28%, phần còn lại sau phân loại (đất, cát, mùn) chiếm tới 69%; Tỷ trọng CTR thấp với 467 kg/m³, độ ẩm ở mức 26,1%; Hàm lượng kim loại nặng (KLN) trong đất của khối CTR chôn lấp tại BCL Suối Rao đều đạt quy chuẩn cho phép, dẫn đến mức độ ảnh hưởng của hàm lượng KLN trong đất của BCL Suối Rao đến môi trường xung quanh thấp. Kết quả nghiên cứu có ý nghĩa quan trọng để các cấp quản lý trên địa bàn huyện Châu Đức đưa ra các phương án khả thi phù hợp với thực tế nhằm xử lý, cải tạo, phục hồi môi trường BCL Suối Rao trong tương lai.

Từ khóa: bãi chôn lấp không hợp vệ sinh, chất thải rắn, khối lượng chất thải rắn, thành phần chất thải rắn, tính chất chất thải rắn, Suối Rao

¹Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường, Đại học Công nghiệp TP.HCM, Việt Nam

²Trung Tâm Kỹ Thuật Tài Nguyên Môi Trường và Biển, Việt Nam

Liên hệ

Lê Việt Thắng, Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường, Đại học Công nghiệp TP.HCM, Việt Nam

Email: levietthangmt@gmail.com

Lịch sử

- Ngày nhận: 04-01-2021
- Ngày chấp nhận: 24-5-2022
- Ngày đăng: 30-6-2022

DOI: 10.32508/stdjsec.v6i1.552



Bản quyền

© ĐHQG TP.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



ĐẶT VẤN ĐỀ

BCL được sử dụng rộng rãi để xử lý CTR do có ưu điểm chi phí về vốn đầu tư ban đầu và vận hành thấp¹. Việt Nam hiện có 904 BCL tiếp nhận 71% (tương đương 35.000 tấn) khối lượng CTR được thu gom hàng ngày, trong số đó chỉ có khoảng 20% được phân loại là BCL hợp vệ sinh². Các BCL KHVS là nguồn gây ô nhiễm đối với môi trường nước dưới đất, đất, không khí và cộng đồng dân cư xung quanh, do quá trình phát sinh nước rỉ rác, khí bãi rác từ quá trình phân hủy kỵ khí chất thải hữu cơ, khí thải từ các vụ cháy không kiểm soát, và phát tán các mầm bệnh từ các loài gặm nhấm, côn trùng trung gian truyền bệnh sống trong khu vực BCL³.

Tốc độ tăng dân số và đô thị hóa ngày càng cao làm gia tăng khối lượng CTR phát sinh, dẫn đến quá tải và đóng cửa các BCL, vì cần nhiều diện tích đất hơn để chôn lấp các CTR này⁴, đặc biệt là đối với các BCL có diện tích nhỏ. Hiện tại các phương án xử lý các BCL đã đóng cửa tại các quốc gia đang phát triển chủ yếu theo phương pháp: che phủ và xây dựng BCL hợp vệ sinh trên khu vực được giới hạn liên kế tại

BCL KHVS ở làng Uruli Dewachi thành phố Pune, Ấn Độ⁵; Khai thác vật liệu từ các BCL Kodungaiyur, Perungudi thuộc thành phố Chennai, Ấn Độ⁶. Xử lý chất thải chôn lấp bằng phương pháp sinh học tại BCL Panchvati, thành phố Nasik và BCL Gorai, thành phố Mumbai - Ấn Độ⁷. Khai thác vật liệu từ BCL Maung Pathum, tỉnh Pathumthani, Thái Lan⁸; Che phủ và cải tạo thành công viên đô thị tại BCL Meethotamulla, thành phố Colombo, Sri Lanka⁹. Đối với Việt Nam các phương án chú trọng vào việc xử lý lượng CTR tồn đọng, điển hình tại BCL Phước Cơ, thành phố Vũng Tàu: Diện tích 1,6/5,0 ha CTR chôn lấp tồn đọng tại BCL đã được đào, xúc và vận chuyển về khu xử lý Tóc Tiên chôn lấp hợp vệ sinh, và sau đó trồng cây để cải tạo cảnh quan¹⁰. Trong khi đó, BCL hợp tác xã Trà Vinh, thành phố Trà Vinh đã triển khai phương án bốc xúc đem đi đốt lượng CTR lộ thiên và chôn lấp hợp vệ sinh tại chỗ lượng CTR cũ đã được chôn dưới bề mặt đất¹¹. Ngoài ra, tại BCL Soi Nam, thành phố Hải Dương, triển khai phương án xử lý tại chỗ bằng công nghệ xử lý vi sinh, CTR được sàng lọc, phân loại, tận thu mùn hữu cơ làm phân bón cho cây trồng và

Trích dẫn bài báo này: Thắng L V, Việt P H. **Xác định khối lượng, đánh giá thành phần và tính chất của chất thải rắn tại bãi chôn lấp không hợp vệ sinh Suối Rao.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 6(1):455-467.

thu hồi chất thải nhựa để tái chế tại chỗ; những thành phần CTR không phân hủy sẽ đốt và tro xỉ sau đốt tận dụng để sản xuất gạch không nung¹².

Trong những năm gần đây, các phương án khai thác BCL đã đóng cửa dựa trên phân tích chi phí và lợi ích thường được sử dụng, đây là một cách tiếp cận có hệ thống để ước tính giá trị ưu và nhược điểm về kinh tế của các phương án đề xuất¹³. Trong đó, chi phí xử lý liên quan đến khối lượng CTR chôn lấp, dù vậy số liệu này tại Việt Nam hầu như không được thống kê do không có đủ cơ sở hạ tầng và nhân lực. Điển hình theo tài liệu¹⁴ chỉ có 9% BCL tại Việt Nam có cân trọng lượng, điều này dẫn đến sự sai lệch trong dự toán kinh phí xử lý dựa vào số liệu CTR được chôn lấp, từ đó ảnh hưởng đến phương án đề xuất, cũng như làm thất thoát ngân sách nhà nước, vì vậy cần có phương pháp khả thi để đánh giá khối lượng CTR chôn lấp, đặc biệt là tại các BCL KHVS. Mặt khác, quá trình lựa chọn các phương án xử lý phải tính đến khả năng gây ô nhiễm đến môi trường xung quanh của các BCL, theo đó khả năng này phụ thuộc vào thành phần, tính chất của chất thải chôn lấp¹⁵. Các nghiên cứu có nội dung về xác định khối lượng CTR chôn lấp tại các BCL KHVS ở các nước đang phát triển nói chung và Việt Nam nói riêng hầu như không có, chủ yếu dựa vào ước tính sơ bộ của các cơ quan quản lý BCL. Do đó, mục đích của bài báo này là xác định khối lượng CTR chôn lấp tại BCL KHVS và đã đóng cửa điển hình ở BCL Suối Rao, dựa trên dữ liệu khảo sát thực địa và ứng dụng phương pháp địa thống kê; đồng thời nghiên cứu cũng tiến hành đánh giá thành phần, tính chất của CTR chôn lấp thông qua kết quả lấy mẫu, phân tích. Đây là cơ sở để các cấp quản lý địa phương đưa ra phương án cải tạo, xử lý tại BCL Suối Rao. Từ đó, nghiên cứu này sẽ là tài liệu hữu ích cho các nhà quản lý và hoạch định chính sách môi trường trên địa bàn các tỉnh thành có các BCL đã đóng cửa KHVS tham khảo để bước đầu đánh giá và xây dựng phương án cải tạo, khai thác các BCL.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Mô tả khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là BCL Suối Rao (Hình 1) thuộc xã Suối Rao, huyện Châu Đức, tỉnh BR - VT (có diện tích khoảng 2,6ha, độ tuổi BCL đến nay là 10 năm và được đưa vào hoạt động từ tháng 01/2011 để xử lý chất thải rắn sinh hoạt (CTRS) trên địa bàn huyện Châu Đức, đến tháng 10/2013 BCL đóng cửa. Theo ước tính của Sở Tài nguyên và Môi trường (TNMT) tỉnh BR-VT, khối lượng CTR tồn đọng tại BCL vào khoảng 108.993 m³ (tương đương 76.295 tấn). Đây là BCL chìm KHVS, với quy trình chôn lấp tạm, nên

không có chống thấm, không có biện pháp thu gom xử lý nước rỉ rác, và xử lý khí thải phát sinh¹⁶.

BCL Suối Rao nằm ở cao độ 25-35m so với mặt nước biển, độ dốc trung bình từ 5 – 10°. Địa hình thoải dần từ Tây sang Đông ở phía Bắc BCL, và theo hướng Bắc – Nam ở phía Nam BCL. Khu vực được bao phủ bởi đất nâu vàng trên đá bazan. Triển vọng khai thác nước dưới đất nghèo, tầng chứa nước nằm ở độ sâu khoảng 18m, với mực nước biển động từ 6,44 - 7,30m^{17,18}. Cách 5m theo hướng Tây BCL có suối nông nhỏ, tuy nhiên không phát sinh dòng chảy ở cả hai mùa (mưa và khô).

Vị trí BCL Suối Rao nằm xa khu dân cư, với khoảng cách đến cụm dân cư gần nhất theo hướng Tây nằm trên đường Xuân Sơn – Đá Bạc là 2,5km. Xung quanh BCL chủ yếu là đất nông nghiệp trồng điều, tràm của người dân. Hiện trạng BCL đã được lấp đất đỏ với bề dày từ 0,2 – 1,3m (trung bình 0,5m) và trồng keo lá tràm với mật độ 0,8 x 1,2 m, phía Đông BCL là cây trồng từ 1-2 năm tuổi; các khu vực còn lại là cây 4-5 năm tuổi.

Phương pháp nghiên cứu

(1). *Phương pháp xác định vị trí hố đào và đào hố xác định độ sâu chôn lấp*

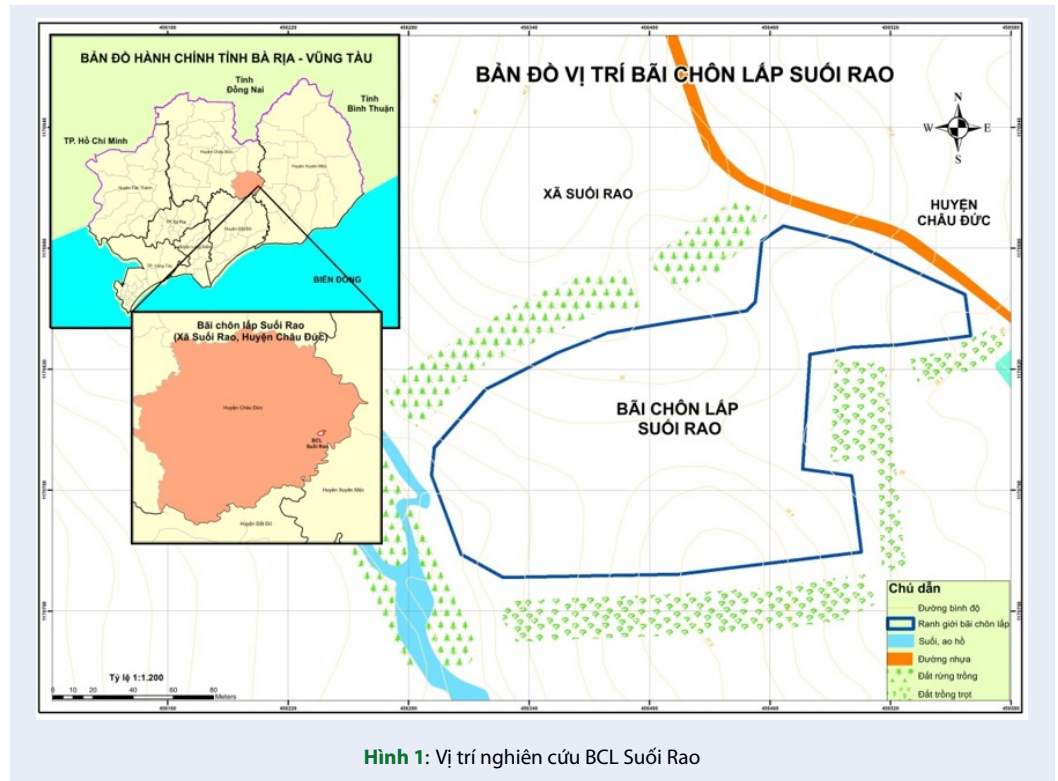
Thu thập thông tin tọa độ ranh giới BCL Suối Rao từ Phòng tài nguyên và môi trường huyện Châu Đức. Sau đó, tiến hành xác định tọa độ ranh giới BCL ngoài thực địa bằng công nghệ RTK (máy Hi-Target V30), với sự hỗ trợ của cán bộ địa chính môi trường xã Suối Rao.

Dựa vào ranh giới đã xác định, tiến hành tạo ô lưới phân bố đều ranh giới BCL bằng phần mềm Autocad, với diện tích ô lưới là 20 x 20m. Từ đó, lựa chọn vị trí dự kiến đào hố xác định độ sâu chôn lấp (mỗi ô lưới một vị trí). Đồng thời, kết hợp với quá trình triển khai đào hố tại thực địa để lựa chọn vị trí hố đào cho phù hợp, sát với thực tế. Kết quả có 73 vị trí hố đào được thực hiện tại BCL Suối Rao (Hình 4).

Phương tiện đào hố sử dụng xe xúc, với kích thước hố đào dao động từ 1 - 4m² (tuy nhiên vị trí lấy mẫu CTR trong phạm vi 1 m² giữa hố), chiều sâu hố đào dao động từ 0,7-5,45m (đảm bảo sâu hơn lớp chất thải cuối cùng 0,3m)

(2). *Phương pháp lấy mẫu và phân tích CTR:*

14 vị trí lấy mẫu được lựa chọn ngẫu nhiên trong 73 vị trí hố đào tại BCL Suối Rao, tổng cộng có 31 mẫu CTR được thực hiện vào tháng 11/2019. Mẫu được lấy ở 3 tầng khác nhau (14 mẫu tầng mặt; 9 mẫu tầng giữa; 8 mẫu tầng đáy), bề dày trung bình mỗi tầng vào khoảng 0,8m và tùy vào bề dày lớp CTR tại từng hố đào. Thông số lấy mẫu, phân tích gồm: Xác định



Hình 1: Vị trí nghiên cứu BCL Suối Rao

thành phần CTR: chất thải thực phẩm, nhựa, vải, giấy, cao su và da, gỗ, kim loại, thủy tinh, gốm đá và sành sứ, chất thải nguy hại, phần còn lại sau phân loại; Xác định tính chất CTR: Tỷ trọng, độ ẩm, độ tro, chất rắn bay hơi, thành phần kim loại nặng (KLN) (Chì, Đồng, Crôm, Niken, Kẽm, Arsen, Thủy ngân, Cadimi)

Quy trình phân loại, lấy mẫu: Mẫu CTR được lấy theo từng độ sâu khác nhau. Mỗi mẫu được chuyển từ hố đào đến khu vực phân loại có khối lượng khoảng 100 – 120 kg. Đồng nhất mẫu CTR bằng cách trộn theo phương pháp bốn góc chéo bằng xẻng. Cắt những loại CTR có kích thước lớn thành những phần dưới 15cm. Mẫu CTR sau khi đồng nhất được cân xác định tỷ trọng, thực hiện cân lập 3 lần để đảm bảo tính chính xác của kết quả. Đồng thời lấy từ 3 – 5 kg CTR phục vụ cho phân tích hóa lý trong phòng thí nghiệm. Sau đó, mẫu CTR tiếp tục được thực hiện phân loại thành 10 – 11 thành phần (chất thải thực phẩm (xơ dừa, vỏ ốc,...), nhựa, vải, giấy, cao su và da, gỗ, kim loại, thủy tinh, gốm đá và sành sứ, chất thải nguy hại (pin, kim tiêm, bật lửa,...), phần còn lại sau phân loại (đất, cát, mùn,...)) tùy thuộc vào từng nền mẫu. Phần mùn đất còn lại sau phân loại được ray qua ray có kích thước lỗ 6mm: (1) Phần trên ray (> 6mm): loại bỏ; (2) Phần dưới ray (< 6mm) bao gồm cả mẫu đất và sản phẩm sau phân hủy của CTR sẽ đem về phòng thí nghiệm, thực hiện xử lý và phân tích mẫu.

Quy trình xử lý mẫu trong phòng thí nghiệm: Mẫu sau khi vận chuyển về phòng thí nghiệm sẽ được để khô tự nhiên, sau đó được nghiền đồng nhất mẫu và tiến hành ray qua ray có kích thước 2mm. Đối với chỉ tiêu kim loại thì toàn bộ mẫu có kích thước dưới 2mm tiếp tục được nghiền mịn hơn và ray qua ray có kích thước lỗ 0,25 mm và dùng phần thu được dưới ray đem đi phân tích.

Các phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu được thể hiện chi tiết ở Bảng 1.

(3). Phương pháp địa thống kê

Địa thống kê đã được giáo sư G. Matheron (trường đại học Mô quốc gia Pari – Cộng hòa Pháp) phát triển thành bộ môn khoa học từ những năm 1955. Đã từ nhiều năm, phương pháp địa thống kê được xem là hiện đại, và đang trở nên rất phổ biến, đặc biệt là các nước tư bản phát triển: Pháp, Mỹ, Canada, Anh Địa thống kê không chỉ áp dụng rộng rãi trong khảo sát thăm dò mỏ, địa vật lý, địa chất thủy văn, địa chất công trình, địa hoá, dầu khí, khai thác mỏ mà còn ở nhiều lĩnh vực khác: Nông nghiệp, sinh học, khí tượng thủy văn, ngư nghiệp, xã hội học, cơ học và môi trường¹⁹. Tại Việt Nam, địa thống kê đã được ứng dụng rộng rãi trong nhiều nghiên cứu có liên quan về tài nguyên và môi trường. Tuy nhiên, hầu như chưa có nghiên cứu nào sử dụng địa thống kê để ước lượng khối lượng CTR chôn lấp tại BCL. Các bước áp dụng

Bảng 1: Các phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu được sử dụng

Nội dung	Phương pháp áp dụng
1. Phương pháp lấy mẫu hiện trường	
PP lấy mẫu CTR	- TCVN 9466:2012: Chất thải rắn - Hướng dẫn lấy mẫu từ đồng chất thải; - Ref. ASTM D 5231-92 (2016): Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste.
PP lấy mẫu đất trong khối CTR	- TCVN 5297:1995: Chất lượng đất - Lấy mẫu - Yêu cầu chung; - TCVN 6857:2001: Chất lượng đất - Phương pháp đơn giản để mô tả đất; - TCVN 7538 - 2:2005: Chất lượng đất - Lấy mẫu - Phần 2: Hướng dẫn kỹ thuật lấy mẫu.
2. Phương pháp xử lý mẫu đất trong phòng thí nghiệm	TCVN 6647:2007 (ISO 11464:2006): Chất lượng đất - Xử lý sơ bộ mẫu để phân tích Lý - Hóa
3. Phương pháp phân tích mẫu CTR và mẫu đất	
Tỷ trọng	Ref.ASTM E 1109-86 (09): Standard Test Method for Determining the Bulk Density of Solid Waste Fractions.
Độ ẩm	BS EN ISO 18134-1:2015: Solid biofuels - Determination of moisture content -Oven dry method-Part 1: Total moisture- Reference method.
Độ tro, CTR bay hơi (VS)	BS EN ISO 18122:2015: Solid biofuels -Determination of ash content.
Kim loại Hg	- US. EPA method 3051A: Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils; - SMEWW 3112 B (2012): Standard methods for the examination of water and wastewater.
Kim loại: As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn	- TCVN 6649:2000: Chất lượng đất - Chiết các nguyên tố vết tan trong nước cường thủy;

phương pháp địa thống kê trong bài nghiên cứu như sau:

- Sử dụng 4 thuật toán nội suy gồm: Diffusion Interpolation With Barriers; Kernel Interpolation With Barriers; Inverse Distance Weighted (IDW); Kriging trong phương pháp địa thống kê của phần mềm Arcgis 10.3 xác định sự phân bố không gian của Độ sâu chôn lấp CTR.

- Tiếp đến dùng hệ số R^2 (giá trị trung bình độ lệch chuẩn) để đánh giá độ tin cậy của các thuật toán nội suy và lựa chọn thuật toán nội suy tối ưu và gần đúng với thực tế nhất. Công thức tính R^2 như sau²⁰:

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O}) (P_i - \bar{P})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}} \right)^2 \quad (1)$$

Trong đó:

O_i : là giá trị thực đo tại vị trí thứ i

\bar{O} : là giá trị thực đo trung bình

P_i : là giá trị dự đoán tại vị trí thứ i

\bar{P} : là giá trị dự đoán trung bình

n : là số lượng giá trị tính toán

- Giá trị R^2 nằm trong khoảng từ 0-1, thể hiện mối tương quan giữa giá trị thực đo và giá trị dự đoán. Giá trị R^2 tiến gần tới 1 thì giá trị dự đoán càng chính xác với thực tế.

(4). *Phương pháp xác định khối lượng CTR chôn lấp*

Từ thông tin độ sâu chôn lấp CTR tại các hố đào, tiến hành nội suy giá trị độ sâu chôn lấp CTR tại các khu vực còn lại của BCL bằng phần mềm Arcgis. Sau đó, tiến hành trích xuất dữ liệu giá trị độ sâu chôn lấp CTR tại từng ô lưới (Raster) bằng công cụ Spatial Analyst Tools/Extraction/Extract Value to Point của Arcgis. Từ đó, tính toán tổng lượng CTR chôn lấp theo công thức sau:

$$M = \bar{D} \times \sum_{j=1}^n (s \times h_j) \quad (2)$$

Trong đó:

M là tổng lượng CTR chôn lấp tại BCL (tấn);

\bar{D} : là tỷ trọng riêng trung bình của CTR tại BCL (tấn/m³). Được tính bằng trung bình tỷ trọng riêng của 31 mẫu CTR được lấy mẫu phân tích từ 14 vị trí hố đào tại BCL Suối Rao;

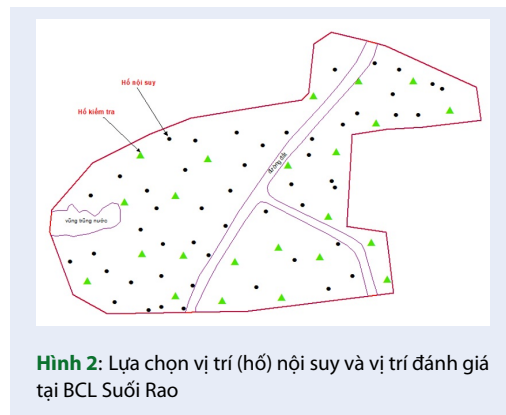
j : là thứ tự ô lưới nội suy tại BCL;
 S : là diện tích ô lưới nội suy tại BCL (m^2). Với: $S = 1$ (m^2);
 h : là bề dày lớp CTR tại ô lưới nội suy (m).

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Xác định khối lượng CTR chôn lấp

Kiểm định lựa chọn phương pháp nội suy độ sâu lớp CTR chôn lấp

Dữ liệu kết quả độ sâu chôn lấp CTR tại 73 hố đào khảo sát của BCL Suối Rao được đưa vào Arcgis. Sau đó, dữ liệu được chia thành bộ mẫu nội suy (50 hố) và bộ mẫu đánh giá (23 hố), thực hiện bằng công cụ chọn mẫu ngẫu nhiên - *Creat Random Point* trong Arcgis, kết quả thể hiện ở Hình 2.



Hình 2: Lựa chọn vị trí (hố) nội suy và vị trí đánh giá tại BCL Suối Rao

Thực hiện nội suy giá trị độ sâu chôn lấp của BCL Suối Rao từ 50 hố (vị trí) theo 4 phương pháp khác nhau gồm: Diffusion Interpolation With Barriers; Kernel Interpolation With Barriers; Inverse Distance Weighted (IDW); Kriging. Kết quả nội suy là ảnh Raster được thể hiện ở Hình 3.

Xuất dữ liệu thuộc tính độ sâu từ các ảnh Raster nội suy theo 4 phương pháp vào các dữ liệu điểm kiểm tra. Từ dữ liệu này, tiến hành tính toán hệ số R^2 để đánh giá độ tin cậy 4 thuật toán nội suy theo Công thức (1). Giá trị R^2 theo 4 thuật toán nội suy được thể hiện ở Bảng 2 cho thấy: phương pháp nội suy Kernel Interpolation With Barriers với giá trị $R^2 = 0,75$ sẽ được sử dụng để tiến hành nội suy độ sâu chôn lấp CTR cho BCL Suối Rao, do có mức độ tin cậy cao hơn so với 3 phương pháp còn lại.

Xác định khối lượng CTR còn lại tại BCL Suối Rao

Từ dữ liệu về độ sâu chôn lấp CTR tại 73 hố đào và các thông tin điều tra thực địa, tiến hành xây dựng bản đồ vị trí đào hố xác định độ sâu chôn lấp như Hình 4.

Sau đó, sử dụng phần mềm Arcgis để nội suy bề dày lớp CTR chôn lấp theo phương pháp nội suy Kernel Interpolation With Barriers đã được kiểm định. Dữ liệu đầu vào nội suy là bề dày lớp CTR tại 73 hố đào, kết quả nội suy được thể hiện ở Hình 5.

Tiến hành chuyển ảnh Raster nội suy sang dạng điểm (Point), với mỗi điểm đại diện cho mỗi pixel có diện tích là $1 m^2$. Kết quả có 23.313 điểm (tương đương 23.313 m^2). Sau đó, xuất dữ liệu giá trị độ sâu CTR chôn lấp từ ảnh Raster vào giá trị của 23.313 điểm Point này, từ đó tính toán khối lượng CTR còn lại tại BCL Suối Rao. Kết quả được thể hiện ở Bảng 3.

Từ Bảng 3 nhận thấy: Tổng khối lượng CTR chôn lấp của BCL Suối Rao là 13.676 m^3 , tương đương 6.387 tấn (theo công thức (2) - với tỷ trọng trung bình CTR của BCL Suối Rao là 467 kg/m^3). Trong đó, diện tích phân bố theo độ sâu chôn lấp CTR như Hình 6. Với tỷ lệ diện tích khu vực không chôn lấp CTR (độ sâu chôn lấp từ 0-0,1m và tính thêm phần diện tích đường (1.801 m^2), ao trũng (621 m^2) trong khu chôn lấp) chiếm khoảng 56,7% diện tích của BCL; Phần diện tích có CTR chiếm khoảng 43,3%, phía trên được lấp lớp đất dày 0,5m trong đó: phân bố cao nhất tại độ sâu 0,1-1,0m với 22,7%, thấp nhất tại khu vực có độ sâu chôn lấp từ 4,0 - 4,42m chỉ 0,2%.

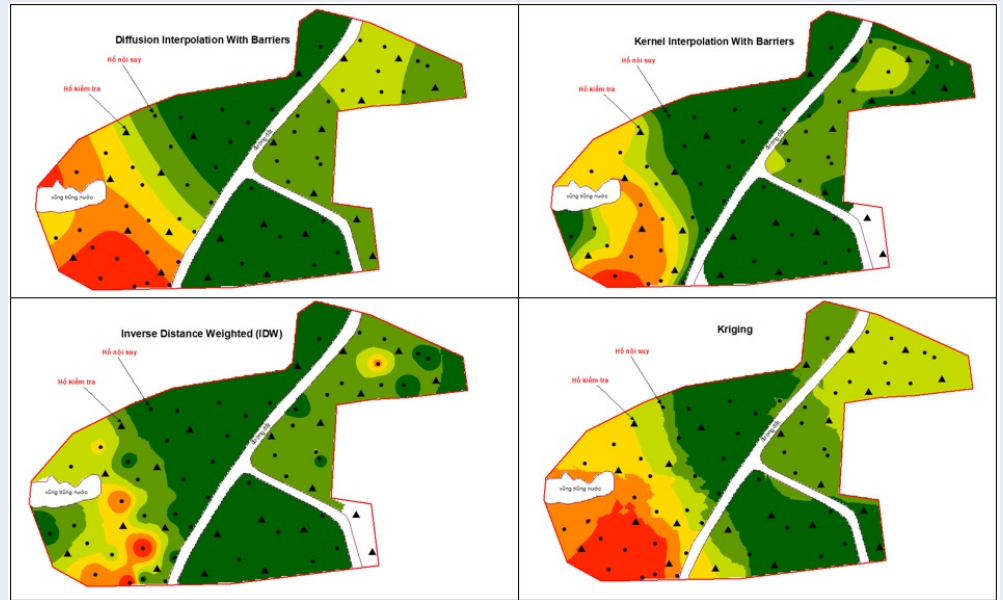
Như vậy, khối lượng CTR chôn lấp tại BCL Suối Rao được xác định thấp hơn rất nhiều lần (khoảng 12 lần) so với lượng CTR dự báo của Sở TNMT (76.295 tấn).

Xác định thành phần, tính chất của CTR chôn lấp

Thành phần CTR chôn lấp

Để đánh giá về khả năng phân hủy và mức độ nguy hại của khối lượng CTR được chôn lấp. Kết quả phân tích thành phần CTR được chia làm 04 nhóm chính gồm: Nhóm hữu cơ, nhóm chất trơ, chất thải nguy hại và phần còn lại sau phân loại. Trong đó: (1) Nhóm hữu cơ là những chất thải có khả năng phân hủy sinh học gồm: CTR hữu cơ dễ phân hủy sinh học (chất thải thực phẩm; giấy; gỗ) và CTR hữu cơ khó phân hủy sinh học (nhựa; vải; cao su, da); (2) Nhóm chất trơ là những chất thải không có khả năng phân hủy sinh học gồm: kim loại; thủy tinh; gốm, đá, sành sứ; (3) Nhóm CTNH là chất thải được xếp vào danh mục CTNH chủ yếu là pin; (4) Phần còn lại sau phân loại là thành phần chất thải đã phân hủy thành mùn và đất, cát...

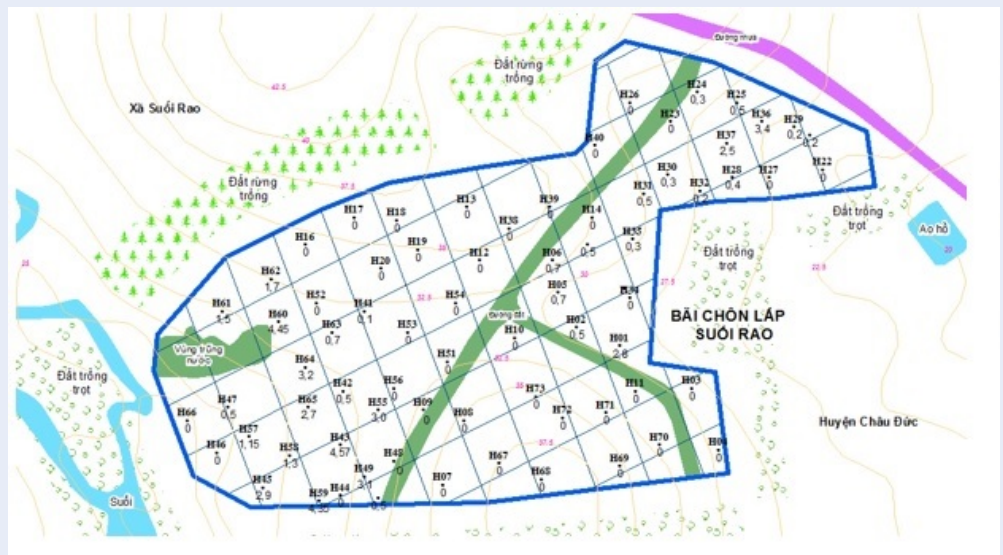
Kết quả phân tích 31 mẫu thành phần CTR tại BCL Suối Rao cho thấy thành phần CTR còn lại chủ yếu là đất, cát, mùn với 69%. Phần CTR còn tồn đọng là nhóm CTR hữu cơ chiếm khoảng 29,13% (trong đó nhóm hữu cơ khó phân hủy sinh học chiếm tới 27,28%; nhóm hữu cơ dễ phân hủy sinh học chỉ chiếm



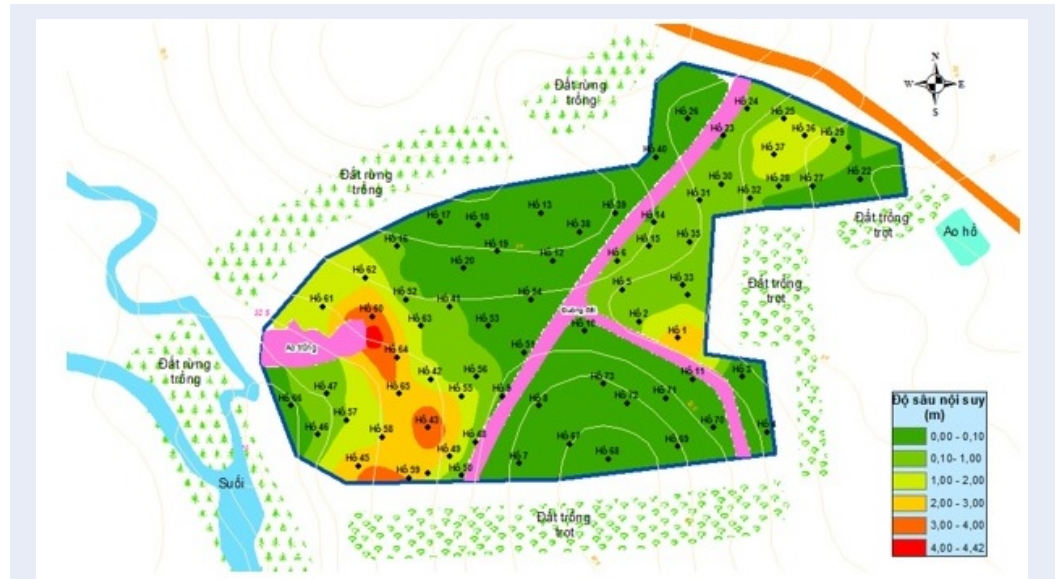
Hình 3: Raster kiểm tra nội suy theo 4 phương pháp

Bảng 2: Kết quả đánh giá độ tin cậy thuật toán nội suy theo hệ số R^2

Kết quả	Diffusion Interpolation With Barriers	Kernel Interpolation With Barriers	Inverse Distance Weighted (IDW)	Kriging
Hệ số R^2	0,56	0,75	0,61	0,53
Mức độ dự đoán	Trung bình	Khá	Trung bình	Trung bình



Hình 4: Vị trí đào hố xác định độ sâu chôn lấp CTR

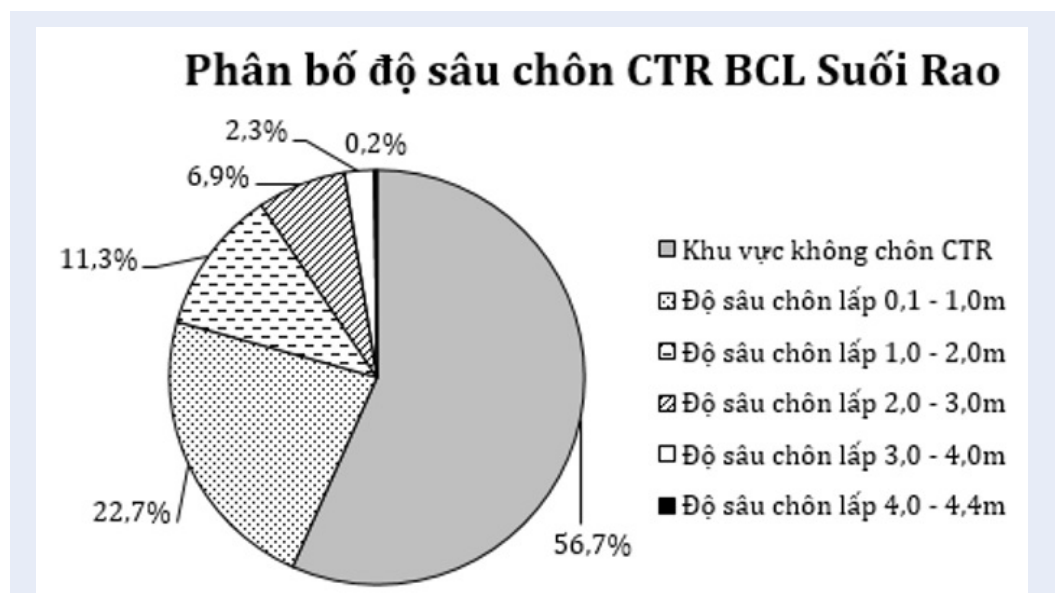


Hình 5: Kết quả nội suy độ sâu chôn lấp CTR

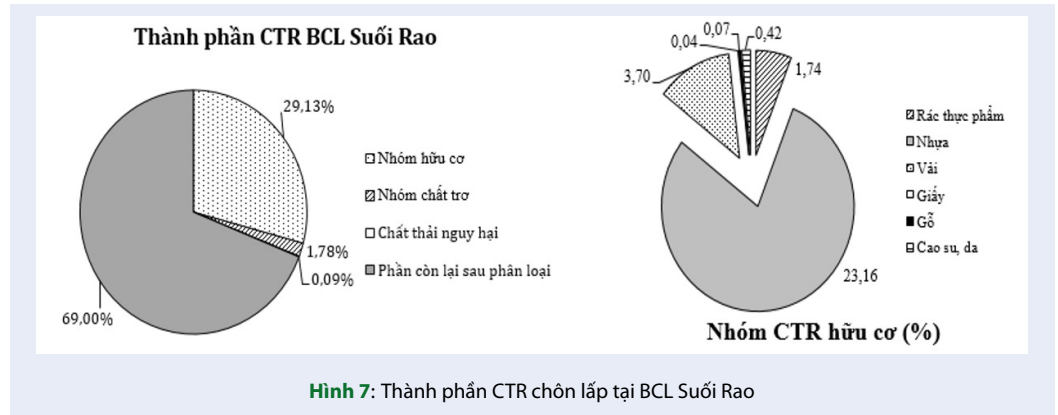
Bảng 3: Thống kê kết quả tính toán độ sâu chôn lấp CTR BCL Suối Rao

Số điểm Point: (n)*	Thể tích CTR chôn lấp (m ³): $\sum_{j=1}^n (s \times h_j)^*$	Độ sâu chôn lấp CTR			
		Min	Max	Trung bình	Độ lệch chuẩn
23.313	13.676	0	4,42	0,59	0,89

Ghi chú: (*) - Các chỉ số theo công thức (2).



Hình 6: Tỷ lệ diện tích phân bố độ sâu chôn lấp CTR tại BCL Suối Rao



1,85%). Nhóm chất trơ (kim loại, thủy tinh, gốm đá sành sứ) chiếm khoảng 1,78%, còn lại là CTNH chiếm tỷ lệ khá ít với 0,09% (Hình 7).

Dữ liệu này chứng tỏ thành phần CTR tại BCL hầu hết đã phân hủy, biểu thị ở thành phần hữu cơ dễ phân hủy sinh học trong CTRSH đầu vào giảm từ 67,56% xuống còn 1,85% sau 10 năm chôn lấp, và thành phần đất, cát, mùn từ quá trình phân hủy hữu cơ tăng từ 19,3% lên 69% (Bảng 4). Ngoài ra, kết quả phân tích cũng cho thấy sự tương đồng khi thành phần nhựa chiếm tỷ lệ đứng thứ hai ở thành phần CTRSH đầu vào và chôn lấp trong Bảng 4.

Thành phần CTR không có khả năng cháy tại BCL Suối Rao là 2%, cho thấy sự khác biệt rõ rệt với 3 BCL KHVS tại Ấn Độ (mức độ dao động từ 20 – 30%) (Bảng 5). Sự khác biệt này do Châu Đức là huyện nông thôn, nên thành phần CTRSH chủ yếu là chất thải hữu cơ, cũng như lượng chất thải phá vỡ xây dựng (gạch, đá) thấp hơn so với 3 BCL thuộc khu vực đô thị ở Ấn Độ. Ngoài ra, thành phần CTR có thể cháy tại 2 BCL Kodungaiyur và Deonar chỉ khoảng 4%, thấp hơn so với Suối Rao (27%) và Perungudi (40%), điều này có thể được giải thích do ảnh hưởng của quá trình đốt chất thải của người dân xung quanh tại các BCL là khác nhau. Tỷ lệ đất trong thành phần CTR tại BCL Suối Rao có sự tương đồng với Kodungaiyur và Deonar với khoảng 70%, cao hơn nhiều so với Perungudi (40%) là do phụ thuộc vào tuổi của mẫu CTR tại BCL. Ở Suối Rao, Kodungaiyur và Deona là khoảng 10 năm; trong khi ở Perungudi CTR mới thải đổ được quan sát thấy tại các điểm lấy mẫu do các hoạt động đổ CTR không có kiểm soát²².

Tính chất hóa lý của CTR chôn lấp

Bảng 6 trình bày tính chất hóa lý của CTR chôn lấp tại BCL Suối Rao, và kết quả này được so sánh với kết quả thu được từ các BCL Perungudi, Kodungaiyur và Deonar ở Ấn Độ.

CTR bay hơi (VS) xác định bằng cách nung CTR ở nhiệt độ 550°C, thường được dùng để đánh giá khả năng phân hủy sinh học của phần hữu cơ trong CTR. Phần còn lại sau khi nung là độ tro của CTR. Do đó, hai giá trị này có mối tương quan nghịch với nhau và tổng hai thành phần này là 100% khối lượng khô của mẫu CTR. Giá trị VS tại BCL Suối Rao là 17,8% cao hơn từ 3 – 5% so với 3 BCL tại Ấn Độ, điều này cho thấy khả năng phân hủy sinh học tại BCL Suối Rao cao hơn so với 3 BCL còn lại, tuy nhiên thành phần phân hủy sinh học tại các BCL này khá thấp <20%, nhận định này tương đồng với kết quả phân loại thành phần CTR tại Bảng 5 – với thành phần còn lại chủ yếu là chất hữu cơ khó phân hủy sinh học. Tỷ trọng CTR tại BCL Suối Rao có giá trị 467 kg/m³, thấp hơn khoảng 2 lần so với các BCL so sánh, nguyên nhân do không có hoạt động đầm nén diễn ra ở BCL, cùng với thành phần chất thải không cháy (đá, gạch, thủy tinh, kim loại – là những vật liệu có tỷ trọng lớn) có sự khác biệt rõ rệt giữa BCL Suối Rao và các BCL còn lại (xem Bảng 5).

Có thể nhận thấy tại Bảng 6, các tính chất hóa lý (độ ẩm, VS, độ tro) của CTR chôn lấp tại BCL Suối Rao và 3 BCL ở Ấn Độ có sự khác biệt không nhiều, do các BCL đều là BCL CTRSH KHVS và nằm ở các nước đang phát triển, thành phần CTR không có sự khác biệt đáng kể. Giá trị TOC và pH không được nghiên cứu tại BCL Suối Rao, tuy nhiên từ sự tương đồng nêu trên, nhận định các thông số này sẽ có sự tương quan thuận. Trong hầu hết các trường hợp tại 3 BCL ở Ấn Độ, giá trị TOC là khoảng 50% VS. Giá trị pH thấp và TOC cao cho thấy sự phân hủy sinh học không hoàn toàn ở các BCL²².

Hàm lượng KLN trong đất của khối CTR chôn lấp

Hàm lượng KLN trong đất của khối chất thải tại BCL Suối Rao, đều đạt quy chuẩn cho phép ở các chỉ tiêu

Bảng 4: Thành phần CTRSH tại tỉnh BR-VT và CTR chôn lấp tại BCL Suối Rao

Thành phần	Thành phần CTRSH tỉnh BR-VT ²¹	Thành phần CTR chôn lấp BCL Suối Rao
Hữu cơ dễ phân hủy	67,56	1,85
Nilon, nhựa	9,2	23,16
Thủy tinh	0,4	0,97
Kim loại	0,2	0,11
Gạch, đá, sành, sứ	0,7	0,70
Cao su	0,5	0,42
Vải vụn	1,7	3,70
CTNH	-	0,09
Các thành phần khác	19,3	69,01

Bảng 5: So sánh thành phần CTR chôn lấp tại BCL Suối Rao và một số BCL ở Ấn Độ

Thành phần %		Perungudi, India ²²	Kodungaiyur, India ²²	Deonar, India ²³	Suối Rao, Việt Nam
Phân loại	Chi tiết				
CTR có thể cháy	Vải	2,3	0,6	-	3,7
	Gỗ, giấy	11,6	0,5	0,6	0,1
	Nhựa	11	1,9	1,5	23,2
	Cao su và da	14,5	0,5	0,6	0,4
CTR không có khả năng cháy	Kim loại	0,2	0,1	0,4	0,1
	Thủy tinh	0,8	0,4	-	1,0
	Đá, gạch	18,5	28,3	31,5	0,7
Đất	Đất thô	40,1	67,8	63,5	69,0
	Kích thước sàn	< 20 mm	< 20 mm	< 8 mm	< 6mm

Bảng 6: So sánh tính chất hóa lý của CTR tại BCL Suối Rao và một số BCL ở Ấn Độ

Chi tiết	Perungudi, India ²²	Kodungaiyur, India ²²	Deonar, India ¹	Suối Rao, Việt Nam
Độ ẩm (%)	39,5	24,4	14	26,1
Chất hữu cơ bay hơi - VS (%)	11,7	13,8	14,5	17,8
Độ tro (%)	88,3	86,2	85,5	82,2
Tỷ trọng (kg/m ³)	965	1.106	-	467
pH	8,06	8	7,2	-
Tổng lượng cacbon hữu cơ TOC (%)	5,56	6,9	5,8	-

theo QCVN 07:2009/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia Việt Nam về ngưỡng chất thải nguy hại trong BCL CTR (xem Bảng 7). Khi so sánh với tiêu chuẩn sản xuất phân compost từ CTRSH tại Việt Nam (10 TCN 526:2002), tất cả các chỉ tiêu đều nằm trong giới hạn cho phép. Do đó, phần đất mịn này có thể được sử dụng làm phân trộn cho cây trồng không ăn được hoặc làm vật liệu che phủ sau khi xác định tính phù hợp về địa kỹ thuật²², nhưng ít nhất BCL phải đủ 15 tuổi (năm 2025) trước khi có thể thực hiện một dự án khai thác thành công²⁴. Phần lớn KLN sẽ ở lại BCL vì sự di chuyển KLN rất hạn chế so với lượng kim loại tích tụ trong BCL^{25,26}, vì vậy mức độ ảnh hưởng của hàm lượng KLN trong đất của BCL Suối Rao đến môi trường xung quanh thấp.

Kết quả so sánh với 2 BCL Perungudi và Kodungaiyur cho thấy hàm lượng Pb và Cr trong BCL Suối Rao có giá trị thấp hơn, điều này do sự khác biệt giữa thành phần CTRSH đô thị (Perungudi và Kodungaiyur) và nông thôn (Suối Rao), đối với các chỉ tiêu còn lại giá trị so sánh không rõ rệt.

Hàm lượng KLN trong đất tại BCL Perungudi tại Bảng 7, có giá trị thấp hơn so với BCL Suối Rao và Kodungaiyur. Sự khác biệt này có thể do độ tuổi mẫu CTR chôn lấp tại Perungudi thấp hơn so với Suối Rao và Kodungaiyur (10 năm), nhận định này cũng được ghi nhận tại BCL KHVS Selate và Kille²⁷. Điều này có thể là do giai đoạn đầu phân hủy CTR và quá trình sinh hóa thấp diễn ra với CTR mới thải đổ tại BCL Perungudi²⁷.

KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã ứng dụng phương pháp địa thống kê để xác định khối lượng CTR chôn lấp tại BCL KHVS Suối Rao, kết quả có 6.387 tấn CTR được chôn lấp, thấp hơn 12 lần so với dự báo của Sở TNMT (76.295 tấn). Lượng CTR phân bố khoảng 43% diện tích của BCL, với bề dày lớp CTR nông từ 0 – 4,42m (trung bình 0,6m), phía trên được lấp lớp đất dày 0,5m. Khối lượng CTR hầu hết đã bị phân hủy sinh học nhưng không hoàn toàn, biểu thị ở thành phần hữu cơ để phân hủy sinh học trong CTRSH thải đầu vào giảm từ 67,56% xuống còn 1,85% sau 10 năm chôn lấp, và thành phần đất, cát, mùn từ quá trình phân hủy hữu cơ tăng từ 19,3% lên 69%. Thành phần nylon, nhựa chiếm tới 23,16% trong chất thải chôn lấp, cùng với việc không có hoạt động đầm nén diễn ra ở BCL, dẫn đến tỷ trọng CTR ở mức thấp (467 kg/m³). Thành phần CTR không có khả năng cháy tại BCL Suối Rao chỉ chiếm 2%, biểu thị đúng thành phần CTRSH tiếp nhận tại khu vực nông thôn trên địa bàn huyện Châu Đức, tỉnh BR-VT. Trong khi đó, thành phần chất thải

đễ cháy chiếm 27% thể hiện rằng khu vực ít bị xảy ra hiện tượng đốt CTR không kiểm soát.

Hàm lượng KLN trong đất của khối CTR chôn lấp tại BCL Suối Rao đều đạt quy chuẩn cho phép, cũng như đạt tiêu chuẩn sản xuất phân compost, nên có thể được sử dụng làm phân trộn cho cây trồng không ăn được hoặc làm vật liệu che phủ sau khi xác định tính phù hợp về địa kỹ thuật, nhưng ít nhất BCL phải đủ 15 tuổi (năm 2025) trước khi có thể thực hiện một dự án khai thác thành công. Kết quả so sánh với thành phần tính chất CTR tại các BCL KHVS ở Ấn Độ cho thấy thành phần KLN trong CTR tại các BCL mới sẽ thấp hơn so với các BCL cũ. Nghiên cứu cũng dự đoán mức độ ảnh hưởng của hàm lượng KLN trong đất của BCL Suối Rao đến môi trường xung quanh thấp do sự di chuyển hạn chế của KLN trong đất, tuy nhiên cần có những nghiên cứu thực nghiệm sâu hơn để đánh giá quá trình di chuyển của KLN tại BCL. Kết quả nghiên cứu có ý nghĩa quan trọng để các cấp quản lý trên địa bàn huyện Châu Đức đưa ra các phương án khả thi phù hợp với thực tế nhằm xử lý, cải tạo, phục hồi môi trường BCL Suối Rao trong tương lai.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh BR - VT trong khuôn khổ Dự án “Điều tra, đánh giá, khoanh vùng và có kế hoạch xử lý các khu vực ô nhiễm nghiêm trọng trên địa bàn tỉnh BR – VT”.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Phan Hùng Việt: thực hiện nội dung xác định độ sâu độ sâu chôn rác và các bản vẽ; xử lý số liệu;

Lê Việt Thắng: Ý tưởng viết bài, viết bản thảo, chỉnh sửa bản thảo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Zhou C, Gong Z, Hu J, Cao A, Liang H. A cost-benefit analysis of landfill mining and material recycling in China. *Waste Manag.* January 2015;35:191-8; PMID: 25453315. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.029>.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam. Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia năm 2019 - Chuyên đề: quản lý CTR. Hà Nội: Nhà xuất bản Dân Trí, 2020;
3. Ferronato N, Torretta V. Waste mismanagement in developing countries: a review of global issues. *Int J Environ Res Public Health.* March 2019;16(6):1060; PMID: 30909625. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph16061060>.
4. Idris A, Inanc B, Hassan MN. Overview of waste disposal and landfills/dumps in Asian countries. *J Mater Cycles Waste Manag.* 2004;6(2):104-10; Available from: <https://doi.org/10.1007/s10163-004-0117-y>.

Bảng 7: Hàm lượng KLN trong phần đất của khối CTR chôn lấp tại BCL Suối Rao

KLN	Hàm lượng trong phần đất (mg/kg)				Tiêu chuẩn phân Compost		QCVN 07:2009/BTNMT ^c
	Perungudi, India ²²	Kodungaiyur, India ²²	Suối Rao, Việt Nam	Mean ± Sd	India ^a	Việt Nam ^b	
	Min - Max (n = 12)	Min - Max (n = 46)	Min - Max (n = 31)				
As	0,077-1,561	0,83-5,6	<0,5 - 4,85	1,24 ± 1,23	10	-	40
Cd	0,82-1,77	0,9-3,07	<0,5 - 4,46	0,29 ± 0,88	5	2,5	10
Cr	110-261	191-657	23,4 - 99,9	57,3 ± 17,8	50	200	100
Cu	75-217	127-968	22,8 - 910	123 ± 187	300	200	-
Hg	0,039-0,78	0,61-2,73	0,198 - 0,604	0,311 ± 0,089	0,15	2	4
Ni	21-50	31-247	12 - 137	34,9 ± 22,5	50	100	1400
Pb	53-112	81-320	18 - 82,1	32,7 ± 12,7	100	250	300
Zn	167-503	205-1070	30 - 2243	337 ± 472	1000	750	5000

Ghi chú:

a - Quy tắc quản lý và xử lý CTRSH Ấn Độ, năm 2000;

b - Tiêu chuẩn ngành 10 TCN 526:2002 – Phân hữu cơ vi sinh vật từ rác thải sinh hoạt Yêu cầu kỹ thuật, phương pháp kiểm tra;

c - Quy chuẩn Việt Nam QCVN 07:2009/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng chất thải nguy hại.

- Purandare AN. Design and construction of closure and new landfill for Pune city. In: Proceedings of the workshop on sustainable landfill management, CES. Anna University Chennai; December 3-5 2003;.
- Joseph K, Nagendran R, Palanivelu K, Thanasekaran K, Visvanathan C. Dumpsite rehabilitation and landfill mining. Bangkok: Asian Institute of Technology, Report published under the ARRPET Project on Sustainable Landfill Management in Asia; 2004;.
- Patel A. Bio-remediation of old landfills. In: Proceedings of the international conference on sustainable solid waste management, Chennai, India; September 5-7 2007;.
- Romchat R. "Investigation on toxicity and hazardous nature of a municipal solid waste dumpsite," [masters degree thesis]. Bangkok: Asian Institute of Technology; 2005;.
- Chandrasena WKN, Premasiri HDS, Karunarathna AK. Design challenges in landfill gas and leachate management in the development of Meethotamulla Dump Site to an urban park in Sri Lanka. In: Proceedings of the 10th annual research symposium. Equitable Resilience, Colombo, Sri Lanka. Vol. 2019. Printec Establishment (Pvt) Ltd; 2019. p. 269-79;.
- Phòng TN&MT thành phố Vũng Tàu. Cải tạo phục hồi môi trường bãi rác Phước Cơ, thành phố Vũng Tàu. UBND thành phố Vũng Tàu, Thuyết MINH thiết kế thi công 2014;.
- Sở tài nguyên và môi trường tỉnh Trà Vinh. Báo cáo công tác quản lý CTR trên địa bàn tỉnh Trà Vinh Báo cáo số 428/BC-STNMT 2019;.
- Báo điện tử tài nguyên và môi trường - Cơ quan của Bộ TNMT [Truy cập ngày; 15/12/2020]. Bãi rác Soi Nam đã được xử lý - góp phần cho Khu đô thị Ecopark Hải Dương thêm xanh, 30/06/2019 [Trực tuyến]; Available from: <https://baotainguyenmoitruong.vn/>.
- Ospanbayeva A, Wang S. Cost-benefit analysis of rehabilitating old landfills: A case of Beiyangqiao landfill, Wuhan, China. J Air Waste Manag Assoc. 2020;70(5):522-31; PMID: 32195631. Available from: <https://doi.org/10.1080/10962247.2020.1744488>.
- Ngân hàng Quốc tế về Tái thiết và Phát triển / Ngân hàng Thế giới. Đánh giá công tác quản lý CTR sinh hoạt và chất thải công nghiệp nguy hại: Các phương án và hành động nhằm thực hiện chiến lược quốc gia. Washington, 2018;.
- Kurian J, Esakku S, Nagendran R, Visvanathan C. A decision making tool for dumpsite rehabilitation in developing countries. In: Proceedings of the Sardinia 2005 tenth international waste management Landfill symposium S. Cagliari, Italy: Margherita di Pula; October 3-7 2005;.
- Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu. Báo cáo về hiện trạng khu chôn lấp CTR sinh hoạt không hợp vệ sinh; các khu tập kết, trung chuyển CTR sinh hoạt trên địa bàn tỉnh," UBND tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, Báo cáo số 256/BC-STNMT ngày 08/12/2017;.
- Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh BR-VT. Nghiên cứu điều tra bổ sung, quy hoạch quản lý khai thác, bảo vệ bền vững tài nguyên nước dưới đất tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu UBND tỉnh BR-VT, Báo cáo kết quả đề án 2010;.
- Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh BR-VT. Nghiên cứu và xây dựng mạng quan trắc chất lượng nước dưới đất tỉnh BR-VT UBND tỉnh BR-VT, Báo cáo tổng hợp 2011;.
- Luận TX. Địa thống kê. Hà Nội NXB Giao Thông Vận Tải. 2010;.
- Krause P, Boyle DP, Baise F. Comparison of different efficiency criteria for hydrological model assessment. Adv Geosci. 2005;5:89-97; Available from: <https://doi.org/10.5194/adgeo-5-89-2005>.
- Sở Xây dựng tỉnh BR-VT. Quy hoạch quản lý CTR tỉnh BR-VT đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2030 UBND tỉnh BR-VT, Báo cáo tổng kết 2013;.
- Kurian J, Esakku S, Palanivelu K, Selvam A. Studies on landfill mining at solid waste dumpsites in India. Proceedings of the Sardinia 2003," in Ninth International Waste Management and Landfill Symposium S. Margherita di Pula. Cagliari, Italy: October; 2003. p. 6-10;.
- Coad A. Lessons from India in solid waste management. UK: WEDC; 1997. p. E1.7;.
- Strange K. Landfill mining. High Street, Tonbridge, Kent TN9 (kit@wrf.org.uk): World Resource Foundation. Heath House; 1998;.

25. Øygaard JK, Måge A, Gjengedal E. Estimation of the mass-balance of selected metals in four sanitary landfills in Western Norway, with emphasis on the heavy metal content of the deposited waste and the leachate. *Water Res.* 2004;38(12):2851-8; PMID: 15223279. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2004.03.036>.
26. Riber C, Fredriksen GS, Christensen TH. Heavy metal content of combustible municipal solid waste in Denmark. *Waste Manag Res.* 2005;23(2):126-32; PMID: 15864954. Available from: <https://doi.org/10.1177/0734242X05051195>.
27. Teka A, Wogi L, Nigatu L, Habib K. Assessment of heavy metals in municipal solid waste dumpsite in Harar city, Harari regional state, Ethiopia. *Int J Res Appl Sci Eng.* 2018;6(V, May); Available from: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2018.5420>.

Determining the amount, assessment of composition, and characteristics of solid waste at Suoi Rao unsanitary landfill

Le Viet Thang^{1,*}, Phan Hung Viet²



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

Currently, Vietnam has 80% unsanitary landfills, so it is very necessary and urgent to renovate, treat and restore the environment at these landfills after they are closed. However, at present, most of the unsanitary landfills do not have statistics on the amount of solid waste discharged, as well as data on monitoring the environmental status - This is necessary information for managers to come up with feasible options for environmental treatment and restoration at landfills. This paper presents a case study at Suoi Rao unsanitary landfill in Chau Duc district, Ba Ria - Vung Tau province with the following objectives: Determine the amount of solid waste to be buried; Evaluation of composition and characteristics of solid waste at the landfill, the research results show that: there are 6,387 tons of solid waste buried at Suoi Rao landfill, 12 times lower than the forecast of the Department of Natural Resources and Environment (76,295 tons); Most of the waste has been decomposed with easily biodegradable organic components accounting for 1.85% and non-biodegradable components accounting for 27.28%, the rest after classification (soil, sand, humus) accounts for 69%; The content of heavy metals in the soil of solid wastes buried at Suoi Rao landfill are all within the permissible standards, therefore, the impact of heavy metal content in the soil of Suoi Rao landfill to the surrounding environment is low. The research results have important implications for management levels in Chau Duc district to come up with feasible plans in line with reality to treat, renovate and restore the environment of Suoi Rao landfill in the future.

Key words: unsanitary landfills, solid waste, amount of solid waste, composition of solid waste, characteristics of solid waste, Suoi Rao

¹Institute for Environmental Science Engineering and Management, Industrial University of Ho Chi Minh City, Vietnam

²Technical Centre for Resources Environment and Sea, Vietnam

Correspondence

Le Viet Thang, Institute for Environmental Science Engineering and Management, Industrial University of Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: levietthangmt@gmail.com

History

- Received: 04-01-2021
- Accepted: 24-5-2022
- Published: 30-6-2022

DOI : 10.32508/stdjsee.v6i1.552



Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Thang L V, Viet P H. **Determining the amount, assessment of composition, and characteristics of solid waste at Suoi Rao unsanitary landfill.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2022, 6(1):455-467.