

Bài báo khoa học

Nghiên cứu hiện trạng và lập kế hoạch thu gom, vận chuyển và xử lý chất thải y tế trên địa bàn thành phố Hà Nội

Trần Thanh Chi^{1*}, Đinh Quang Hưng¹, Nguyễn Thị Thu Hương¹

¹ Viện Khoa học và Công nghệ môi trường, Đại học Bách Khoa Hà Nội;
chi.tran thanh@hust.edu.vn; hung.dinh quang@hust.edu.vn;
huong.nguyenthithu@hust.edu.vn

*Tác giả liên hệ: chi.tran thanh@hust.edu.vn; Tel.: +84–973761680

Ban Biên tập nhận bài: 8/5/2023; Ngày phản biện xong: 16/6/2023; Ngày đăng bài: 25/6/2023

Tóm tắt: Nghiên cứu sử dụng phương pháp khảo sát để đánh giá quy mô, mức độ phát sinh chất thải rắn y tế tại các bệnh viện/ cơ sở y tế trên địa bàn thành phố Hà Nội, từ đó xác định phương án thu gom, vận chuyển và xử lý cho dòng thải này. Hiện nay, trên địa bàn Thành phố Hà Nội có tổng số khoảng 3.676 cơ sở khám chữa bệnh, bao gồm: cơ sở khám chữa bệnh tuyến trung ương; cơ sở y tế cấp thành phố; cơ sở y tế tuyến quận/huyện/thị xã; trạm y tế xã/phường/thị trấn và các cơ sở y tế tư nhân. Theo thống kê, tổng lượng chất thải y tế phát sinh trên địa bàn thành phố khoảng 27.522 kg/ngày; trong đó chất thải rắn y tế nguy hại khoảng 8.448 kg/ngày (khoảng 30%), chất thải rắn không nguy hại khoảng 19.074 kg/ngày. Nghiên cứu đề xuất phương án thu gom, vận chuyển và xử lý theo các phương thức: mô hình xử lý tại chỗ; mô hình xử lý theo cụm; mô hình xử lý tập trung. Phương án đề xuất dựa trên khối lượng phát sinh, quãng đường vận chuyển, công suất, công nghệ xử lý, chi phí xử lý... tiến tới có thể giúp nâng cao hiệu quả quản lý chất thải rắn y tế tại Hà Nội.

Từ khóa: Chất thải y tế; Bệnh viện/cơ sở y tế; Thu gom; Vận chuyển; Xử lý.

1. Giới thiệu

Về cơ bản, chất thải được phân loại thành nhiều loại dựa trên trạng thái, độ nguy hại, nguồn gốc, thành phần và tính chất vật lý/hóa học của chúng. Đặc biệt là chất thải y tế được phân loại thành các nhóm như chất thải bệnh lý, chất thải dược phẩm, chất thải lây nhiễm ... [1]. Nhiều nghiên cứu đã đề cập đến cách thức phân loại riêng cho đối với chất thải y tế [2–4]. Chất thải y tế là chất thải phát sinh từ các cơ sở y tế, phòng thí nghiệm và phòng khám ... [5–6]. Loại chất thải này được đề cập với nhiều tên gọi khác nhau, bao gồm: chất thải y tế, chất thải chăm sóc sức khỏe, và chất thải bệnh viện. Chất thải y tế có thể được chia thành nhóm chất thải nguy hại hoặc nhóm chất thải không nguy hại, tùy thuộc vào sự hiện diện của các thành phần nguy hại. Sự gia tăng tỷ lệ chất thải nguy hại trong chất thải y tế đòi hỏi nỗ lực cao hơn của các cơ quan chức năng nhằm đảm bảo việc thu gom, vận chuyển và xử lý an toàn đối với những dòng thải này.

Tại các quốc gia phát triển, công nghiệp chăm sóc sức khỏe đang có tốc độ phát triển nhanh chóng, dẫn đến việc phát sinh một lượng đáng kể chất thải y tế, đặc biệt là từ các bệnh viện, phòng khám và các cơ sở chăm sóc sức khỏe khác. Tại các quốc gia đang phát triển, lượng chất thải y tế phát sinh phụ thuộc vào nhiều yếu tố và điển hình có thể dao động từ 0,5 đến 2,5 kg/giường bệnh/ngày [7]. Lượng chất thải y tế ngày càng tăng gây ra những lo ngại đáng kể về sức khỏe cộng đồng và môi trường trên toàn cầu. Chất thải y tế (kim tiêm, dao

mỏ, bông băng, bông dính máu, bộ phận cơ thể) dễ dàng gây ra các bệnh truyền nhiễm [8]. Bên cạnh đó, một lượng không nhỏ chất thải y tế là các chất độc hại, chất gây ung thư và chất phóng xạ [9–10]. Báo cáo của WHO công bố rằng các ống kim tiêm bị ô nhiễm đã gây ra 21 triệu bệnh viêm gan B, 2 triệu bệnh viêm gan C và ít nhất 260.000 ca nhiễm vi rút gây suy giảm miễn dịch ở người (HIV) [11]. Bên cạnh đó, các bệnh tiêu chảy, bệnh leptospirosis, thương hàn, tả và lao là những bệnh nghiêm trọng khác có thể gây ra bởi chất thải y tế nguy hại [12] và hàng năm có khoảng 2,5 triệu người chết do quản lý chất thải y tế không phù hợp [13]. Ảnh hưởng đến sức khỏe của nhân viên y tế và cộng đồng cũng được xác nhận là do quản lý chất thải y tế không phù hợp [14]. Quản lý chất thải y tế yếu kém có thể gây ra những rủi ro lâu dài và không mong muốn đối với sức khỏe cộng đồng và là nguồn tái nhiễm tiềm ẩn, gây nên những đe dọa đáng kể đối với môi trường. Do đó việc quản lý chất thải y tế đòi hỏi sự quan tâm đặc biệt và ưu tiên cao [15].

Tại các quốc gia đang phát triển, việc quản lý chất thải y tế không đầy đủ từ các bệnh viện, phòng khám và các cơ sở tương tự gây ra các mối nguy hiểm về nghề nghiệp và sức khỏe cộng đồng cho bệnh nhân, nhân viên y tế, nhân viên xử lý chất thải, nhân viên vận chuyển và người dân nói chung. Hơn nữa, nó có thể dẫn đến ô nhiễm không khí, nước và đất, do đó ảnh hưởng đến các dạng sống khác nhau. Ngoài ra, việc xử lý chất thải không đúng cách có thể dẫn đến việc thu gom và bán lại các dụng cụ, vật tư y tế dùng một lần, đặc biệt là ống tiêm, bởi những người thu gom chất thải không chính thức, do đó gây ra nguy cơ lây lan các bệnh nguy hiểm.

Hà Nội là thành phố đông dân thứ hai cả nước sau Thành phố Hồ Chí Minh với dân số ước tính 8,25 triệu người vào năm 2020 [16]. Hiện nay, trên địa bàn thành phố Hà Nội có tổng số khoảng 3.676 cơ sở khám chữa bệnh, bao gồm các cơ sở khám chữa bệnh tuyến Trung ương; cơ sở y tế cấp thành phố; cơ sở y tế tuyến quận/huyện/thị xã; trạm y tế xã/phường/thị trấn và các cơ sở y tế tư nhân [17]. Theo thống kê, tổng lượng chất thải rắn y tế phát sinh trên địa bàn thành phố khoảng 27.522 kg/ngày; trong đó chất thải rắn y tế nguy hại khoảng 8.448 kg/ngày (khoảng 30%), chất thải rắn không nguy hại khoảng 19.074 kg/ngày. Quản lý hiệu quả chất thải y tế phụ thuộc vào các quy trình quan trọng như thu gom, vận chuyển, lưu trữ và xử lý. Tuy nhiên, việc quản lý chất thải y tế ở Hà Nội còn nhiều thách thức liên quan đến việc lưu giữ, thu gom và mô hình xử lý dẫn đến phát sinh nhiều vấn đề liên quan đến kiểm soát các yếu tố nguy hại tại các cơ sở y tế nhằm bảo vệ sức khỏe cộng đồng, cán bộ, nhân viên y tế và người bệnh. Chất thải y tế phát sinh từ các cơ sở khám chữa bệnh lớn được thu gom và vận chuyển đến các khu vực lưu giữ, sau đó được xử lý tại các lò thiêu đốt nằm ngay trong cơ sở hoặc ký hợp đồng vận chuyển và xử lý đối với các cơ sở xử lý chất thải đã được cấp phép. Tuy nhiên, đối với các cơ sở khám chữa bệnh nhỏ lẻ do, công tác thu gom, lưu giữ và vận chuyển chất thải y tế chưa được chú trọng đúng mức, đặc biệt là công tác phân loại và lưu giữ chất thải tại nguồn (chất thải y tế thông thường, chất thải y tế nguy hại...) [18].

Nghiên cứu này tập trung vào khảo sát phát sinh, thu gom, quản lý và xử lý chất thải y tế, y tế nguy hại trên địa bàn thành phố Hà Nội; làm cơ sở để đánh giá quy mô, mức độ phát sinh chất thải rắn y tế tại các bệnh viện/cơ sở y tế trên địa bàn thành phố Hà Nội, từ đó xác định phương án thu gom, vận chuyển và xử lý. Trên cơ sở kết quả khảo sát, nghiên cứu đề xuất phương án thu gom, vận chuyển và xử lý theo một số phương thức: Mô hình xử lý tại chỗ; mô hình xử lý theo cụm; mô hình xử lý tập trung phù hợp với đặc thù của thành phố Hà Nội.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp khảo sát thực địa kết hợp phỏng vấn

Phương pháp này được sử dụng để đánh giá quy mô và mức độ phát sinh chất thải y tế tại các bệnh viện/ cơ sở y tế trên địa bàn thành phố Hà Nội.

Hình 1 là bản đồ khu vực thành phố Hà Nội. Tổng số phiếu điều tra là 2000. Số phiếu thu được là 1580. Thời gian thực hiện tháng 10 và tháng 11 năm 2021.

Nội dung khảo sát tập trung vào lượng phát sinh chất thải y tế, hiện trạng thu gom, vận chuyển và xử lý chất thải; tọa độ của từng cơ sở thành lập bản đồ; mức độ đồng thuận nếu đề xuất thành lập cụm để quản lý; mức độ sẵn sàng của hạ tầng kỹ thuật; khả năng mở rộng và nâng công suất; v.v... Số liệu khảo sát được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel và tổng hợp thành cơ sở dữ liệu về hiện trạng phát sinh và quản lý chất thải y tế tại Hà Nội. Ngoài ra, đây còn là thông tin đầu vào cho việc lập bản đồ cụm cơ sở y tế trên địa bàn các quận, huyện của Hà Nội.



Hình 1. Bản đồ thành phố Hà Nội.

2.2. Phương pháp lập bản đồ

Phương pháp này được sử dụng để: (i) Lập bản đồ các cơ sở y tế dựa trên thông tin khảo sát; (ii) Phân vùng và đề xuất các cơ sở xử lý và lưu trữ chất thải cho cụm dựa trên lượng phát sinh, khoảng cách vận chuyển, công suất, công nghệ xử lý và kinh phí xử lý; (iii) Lập bản đồ các cơ sở y tế trong từng cụm (iv) Xây dựng kế hoạch thu gom, vận chuyển, xử lý và tiếp nhận chất thải rắn từ các cơ sở về cụm xử lý. Phương pháp bao gồm hai bước chính.

2.2.1. Quá trình phân tích không gian địa lý

Quá trình này giúp nhập, lưu trữ, cập nhật, khai thác, sử dụng và lập bản đồ thông tin không gian. Thông tin không gian mô tả vị trí và hình dạng của các đối tượng địa lý và mối quan hệ không gian giữa chúng. Đầu tiên là tạo cơ sở dữ liệu bản đồ số. Việc này đòi hỏi phải lưu trữ thông tin rõ ràng, có cách thức cấu trúc dữ liệu và sử dụng cơ sở dữ liệu phù hợp. Quá trình phân tích địa lý có thể bao gồm các bước sau: (1) Đặt vấn đề; (2) Chuẩn bị dữ liệu cho phân tích không gian; (3) Thực hiện các phép toán không gian; (4) Chuẩn bị dữ liệu để phân tích thuộc tính; (5) Tiến hành phân tích thuộc tính; (6) Đánh giá kết quả; (7) Xác định và phân tích lại nếu cần thiết; (8) Trình bày kết quả cuối cùng [19].

2.2.2. Trực quan hóa và kết xuất dữ liệu

Dữ liệu địa lý được tổ chức trong cơ sở dữ liệu địa lý và cơ sở dữ liệu đó có thể được coi là một tập hợp dữ liệu được tham chiếu không gian đóng vai trò là mô hình của thế giới thực. Dữ liệu địa lý có hai thành phần quan trọng, vị trí địa lý và các thuộc tính của nó. Bước này sẽ kết nối dữ liệu không gian và các thuộc tính của đối tượng để có được thông tin đầy đủ về thế giới thực. Dữ liệu không gian ở đây là bản đồ số liên quan trực tiếp đến các vị trí nhất định trên mặt đất [20]. Dữ liệu bảng chứa thông tin mô tả về đối tượng, là thông tin thu được từ quá trình điều tra, khảo sát.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Quy mô, mức độ phát sinh chất thải rắn y tế trên địa bàn Hà Nội

Các kết quả khảo sát về phát sinh và thu gom chất thải y tế tại Hà Nội được tổng hợp và xem xét với các thông tin liên quan. Lượng chất thải y tế của Hà Nội năm 2021 và dự báo đến năm 2030 được thể hiện trong Bảng 1. Theo đó, lượng chất thải y tế nguy hại chiếm khoảng 30%. Lượng chất thải y tế thu gom chiếm 75% lượng phát sinh. Lượng chất thải y tế đến năm 2030 được dự báo dựa trên Quy hoạch phát triển hệ thống y tế Hà Nội đến năm 2020, định

hướng đến năm 2030 và Quy hoạch xử lý chất thải rắn thành phố Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050. Tỷ lệ thu gom chất thải tế theo kế hoạch là 100% vào năm 2030.

Bảng 1. Lượng chất thải y tế tại Hà Nội năm 2021 và dự báo đến năm 2030.

Loại chất thải y tế	Lượng chất thải y tế (kg/ngày)			
	2021		Dự báo đến năm 2030	
	Lượng phát sinh	Thu gom	Lượng phát sinh	Thu gom
Chất thải rắn y tế nguy hại	8.448	6.336	11.099	11.099
Chất thải rắn y tế không nguy hại	19.074	14.306	25.060	25.060
Total	27.522	20.642	36.159	36.159

3.2. Lập bản đồ các cơ sở y tế

Nghiên cứu đã lập 30 bản đồ cơ sở y tế trên cơ sở tọa độ khảo sát. Cụ thể, có các cơ sở y tế thuộc các đơn vị hành chính cấp quận, huyện sau: Ba Đình, Bắc Từ Liêm, Cầu Giấy, Đống Đa, Hà Đông, Hai Bà Trưng, Hoàn Kiếm, Hoàng Mai, Long Biên, Nam Từ Liêm, Tây Hồ, Thanh Xuân, Ba Vì, Chương Mỹ, Đan Phượng, Đông Anh, Gia Lâm, Hoài Đức, Mê Linh, Mỹ Đức, Phú Xuyên, Phúc Thọ, Quốc Oai, Sóc Sơn, Thạch Thất, Thanh Oai, Thanh Trì, Thường Tín, Ứng Hòa, Sơn Tây. Các bản đồ được lập trên cơ sở phân vùng địa lý của các quận, huyện để phục vụ cho việc đề xuất các mô hình quản lý và xử lý chất thải y tế. Bảng 2 thể hiện số lượng đơn vị hành chính quận, huyện của Hà Nội. Hình 2a–2b lần lượt là hai ví dụ về bản đồ các cơ sở y tế của quận Ba Đình và Đan Phượng trong tổng số 30 bản đồ được thực hiện.

Bảng 2. Số đơn vị hành chính và số cụm cơ sở y tế đề nghị thành lập.

TT	Quận/Huyện	Phường	Xã	Thị trấn	Số cụm y tế	TT	Quận/Huyện	Phường	Xã	Thị trấn	Số cụm y tế
1	Ba Đình	14	-	-	3	16	Đông Anh	-	23	1	3
2	Bắc Từ Liêm	13	-	-	2	17	Gia Lâm	-	20	2	3
3	Cầu Giấy	8	-	-	4	18	Hoài Đức	-	19	1	2
4	Đống Đa	21	-	-	4	19	Mê Linh	-	16	2	1
5	Hà Đông	17	-	-	4	20	Mỹ Đức	-	21	1	3
6	Hai Bà Trưng	18	-	-	1	21	Phú Xuyên	-	25	2	1
7	Hoàn Kiếm	18	-	-	1	22	Phúc Thọ	-	20	1	1
8	Hoàng Mai	14	-	-	2	23	Quốc Oai	-	20	1	1
9	Long Biên	14	-	-	2	24	Sóc Sơn	-	25	1	6
10	Nam Từ Liêm	10	-	-	4	25	Thạch Thất	-	22	1	1
11	Tây Hồ	8	-	-	4	26	Thanh Oai	-	20	1	1
12	Thanh Xuân	11	-	-	2	27	Thanh Trì	-	15	1	1
13	Ba Vì	-	30	-	4	28	Thường Tín	-	28	1	1
14	Chương Mỹ	-	25	-	4	29	Ứng Hòa	-	28	1	1
15	Đan Phượng	-	15	1	2	30	Sơn Tây	9	6	-	1

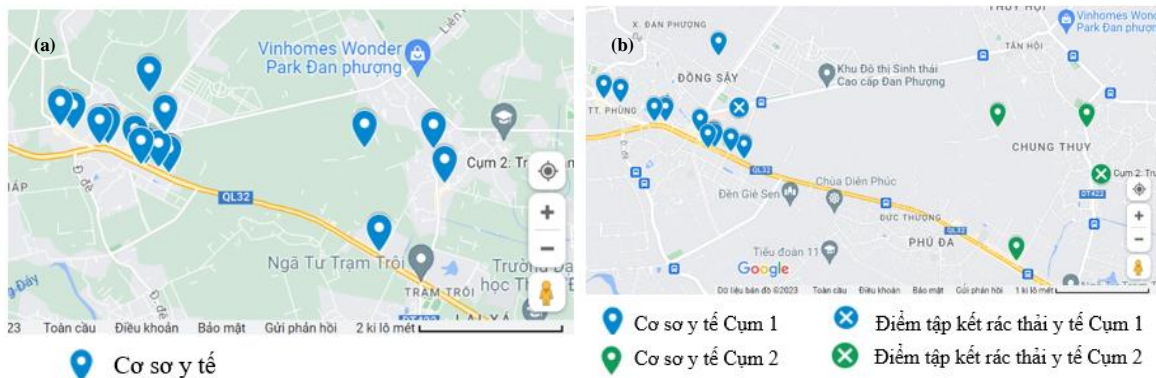


Hình 2. (a) Bản đồ các cơ sở y tế trên địa bàn Quận Ba Đình; (b) Bản đồ các điểm lưu giữ chất thải y tế theo cụm trên địa bàn Quận Ba Đình.

3.3. Lập bản đồ lưu giữ chất thải theo cụm và mô hình xử lý chất thải rắn y tế tại Hà Nội

3.3.1. Lập bản đồ tập kết rác thải theo cụm tại Hà Nội

Đề xuất lưu giữ tạm thời theo cụm và vận chuyển về xử lý tập trung cho các trung tâm y tế quận, huyện, bao gồm hệ thống trạm y tế phường và các phòng khám trực thuộc. Thông thường, mỗi trung tâm y tế quận, huyện sẽ có từ một đến một số cụm cơ sở (tùy theo khoảng cách và khối lượng phát sinh) tiếp nhận và lưu giữ tạm thời chất thải cho cụm. Cơ sở y tế được chọn làm điểm lưu giữ của cụm thường là cơ sở có đủ diện tích để bố trí khu lưu giữ chất thải y tế. Chất thải y tế sau khi được vận chuyển về điểm lưu giữ của cụm sẽ được chuyển đến đơn vị xử lý thông qua hợp đồng xử lý với Trung tâm Y tế huyện. Việc đề xuất phân vùng theo cụm cơ sở y tế dựa trên các tiêu chí sau: (i) Lượng chất thải y tế phát sinh không quá 600kg/năm/cơ sở; (ii) Không có diện tích đất để lưu giữ chất thải y tế đảm bảo theo quy định; (iii) Khoảng cách từ cơ sở vật chất đến điểm lưu trữ của cụm dưới 5 km, thuận tiện di chuyển; (iv) Chi phí thu gom và vận chuyển đến nơi xử lý quá cao. Ví dụ, đối với quận Ba Đình, các cơ sở y tế được xác định trên bản đồ Hình 2a sẽ được chia thành 03 cụm lưu trữ với 03 màu khác nhau như Hình 2b. Các cơ sở y tế của huyện Đan Phượng xác định trên bản đồ Hình 3a sẽ được chia thành 02 cụm với 02 màu khác nhau như Hình 3b. Các quận còn lại cũng được phân chia và lập bản đồ các cụm kho lưu trữ theo nguyên tắc tương tự. Số lượng cụm lưu trữ chất thải y tế ở mỗi huyện được liệt kê trong Bảng 2.



Hình 3. (a) Bản đồ các cơ sở y tế trên địa bàn Huyện Đan Phượng; (b) Bản đồ các điểm lưu giữ chất thải y tế theo cụm trên địa bàn Huyện Đan Phượng.

3.3.2. Mô hình xử lý chất thải rắn y tế tại Hà Nội

Việc xử lý chất thải y tế tại Hà Nội được áp dụng theo 03 mô hình: (i) xử lý theo cụm; (ii) xử lý tại chỗ và; (iii) xử lý tập trung. Về mô hình xử lý theo cụm, Hà Nội có 06 cụm tiếp nhận chất thải y tế từ các cơ sở y tế hoặc cụm lưu trữ và ký hợp đồng với các đơn vị có chức năng xử lý chất thải y tế. Đó là Bệnh viện Đa khoa Thanh Nhàn, Bệnh viện Đa khoa Đức Giang, Bệnh viện Đa khoa Sóc Sơn, Bệnh viện Đa khoa Hà Đông, Bệnh viện Đa khoa Phú Xuyên và Bệnh viện Đa khoa Thạch Thất. Về mô hình xử lý tại chỗ, hiện có một số bệnh viện áp dụng công nghệ đốt bên cạnh một số cơ sở áp dụng công nghệ vi sóng kết hợp hơi nước bão hòa. Ngoài ra, các bệnh viện tuyến Trung ương và 100% bệnh viện trực thuộc thành phố, trung tâm y tế quận, huyện đều xử lý chất thải y tế theo mô hình xử lý tập trung và ký hợp đồng với các đơn vị chức năng đã được cấp phép xử lý chất thải rắn y tế. Các cơ sở xử lý tập trung gồm: Công ty Môi trường đô thị Hà Nội 10 - URENCO 10; Công ty Cổ phần Môi trường Đô thị Hà Nội 13-URENCO 13; lò Nedo (công suất 75 tấn/ngày); Khu xử lý chất thải rắn Việt Hùng (huyện Đông Anh).

3.4. Kế hoạch thu gom, vận chuyển, xử lý và tiếp nhận CTRSH tại Hà Nội

Phần này tập trung mô tả các phương án quản lý chất thải y tế trên địa bàn thành phố Hà Nội.

a) Phương án thu gom, phân loại, lưu trữ

- Thu gom, phân loại: Các cơ sở y tế có trách nhiệm thu gom, phân loại chất thải y tế nguy hại theo quy định tại Thông tư liên tịch số 58/2015/TTLT-BYT-BTNMT, trong đó lưu ý:

+ Phải phân loại chất thải rắn y tế nguy hại và chất thải rắn y tế thông thường tại nơi phát sinh và tại thời điểm phát sinh.

+ Tần suất thu gom chất thải lây nhiễm từ nơi phát sinh đến nơi lưu giữ chất thải trong khuôn viên cơ sở y tế ít nhất 01 lần/ngày. Riêng đối với cơ sở y tế có lượng phát sinh chất thải lây nhiễm dưới 5 kg/ngày, tần suất thu gom chất thải lây nhiễm sắc nhọn từ nơi phát sinh đến nơi lưu giữ tạm thời hoặc xử lý, tiêu hủy ít nhất 1 lần/tuần.

- Lưu giữ: Cơ sở y tế phải bố trí khu lưu giữ chất thải y tế trong khuôn viên cơ sở y tế đáp ứng các yêu cầu sau:

+ Các cơ sở y tế xử lý chất thải y tế nguy hại đối với cụm cơ sở y tế, bệnh viện phải có khu lưu giữ chất thải y tế nguy hại đáp ứng yêu cầu kỹ thuật theo quy định.

+ Các cơ sở y tế còn lại phải có khu lưu giữ chất thải y tế nguy hại đáp ứng yêu cầu kỹ thuật theo quy định.

- Chất thải y tế nguy hại và chất thải y tế thông thường phải được để riêng tại khu lưu giữ chất thải trong khuôn viên cơ sở y tế.

- Chất thải lây nhiễm và chất thải nguy hại không lây nhiễm phải được lưu giữ riêng, trừ trường hợp các chất thải này áp dụng cùng một phương pháp xử lý.

b) Kế hoạch vận chuyển

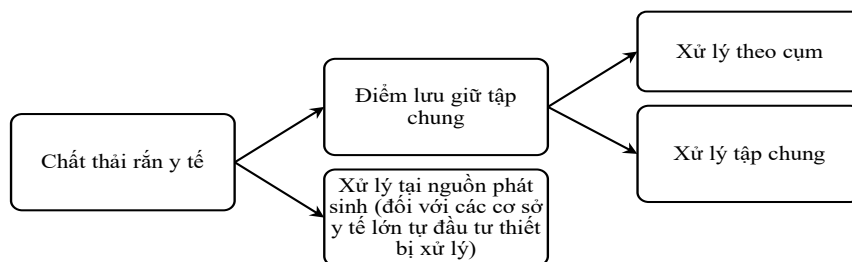
- Đối với cơ sở xử lý tại chỗ: Thực hiện vận chuyển chất thải y tế nguy hại từ nơi phát sinh đến khu lưu giữ chất thải y tế của đơn vị để xử lý đúng quy trình.

- Đối với cơ sở xử lý theo cụm: Việc vận chuyển chất thải y tế nguy hại từ các cơ sở y tế trong cụm đến cơ sở xử lý của cụm phải được thực hiện theo các hình thức sau:

+ Cơ sở y tế trong cụm thuê đơn vị bên ngoài có Giấy phép xử lý chất thải nguy hại hoặc Giấy phép hành nghề quản lý chất thải nguy hại để vận chuyển chất thải của cơ sở y tế về cơ sở xử lý cho cụm.

+ Các cơ sở y tế trong cụm tự vận chuyển chất thải y tế nguy hại của mình đến cơ sở xử lý cho cụm. Trong đó, các cơ sở y tế trong cụm hoặc đơn vị được thuê vận chuyển chất thải y tế nguy hại sử dụng xe tải thùng kín hoặc xe cách nhiệt chuyên dụng để vận chuyển chất thải rắn y tế nguy hại từ cơ sở của mình đến cơ sở xử lý của cụm.

Hình 4 thể hiện dòng chất thải rắn y tế tại Hà Nội. Đây cũng là phương án quản lý tổng thể chất thải rắn y tế của Hà Nội.



Hình 4. Sơ đồ dòng chất thải y tế tại Hà Nội.

4. Kết luận

Trên cơ sở điều tra và thống kê tổng thể về tình hình phát sinh, thu gom, quản lý và xử lý chất thải y tế tại Hà Nội, nghiên cứu đã lập bản đồ các cơ sở y tế dựa trên thông tin điều tra. Căn cứ vào khối lượng phát sinh, cự ly vận chuyển, công suất, công nghệ xử lý, chi phí xử lý..., nghiên cứu đã phân vùng, đề xuất các cụm lưu giữ chất thải và phương án thu gom, vận chuyển, xử lý chất thải y tế. Kết quả của nghiên cứu có thể giúp xây dựng kế hoạch thu gom, vận chuyển và xử lý chất thải y tế trên địa bàn thành phố Hà Nội để trình UBND thành phố xem xét, phê duyệt.

Đóng góp của tác giả: Phương pháp luận, Điều tra, Thu thập và xử lý số liệu, giám sát: T.T.C.; Thu thập và xử lý số liệu: Đ.Q.H., N.T.T.H.; Tất cả các tác giả đã đọc và đóng góp cho bản thảo.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Chi Cục Bảo vệ Môi trường Hà Nội theo dự án số 1811/2021/HDVC-CCBVMT.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. WHO. The world health report: health systems: improving performance. World Health Organization, 2000.
2. Windfeld, E.S.; Brooks, M.S.L. Medical waste management - A review. *J. Environ. Manage.* **2015**, *163*, 98–108.
3. Cheng, Y.W.; Sung, F.C.; Yang, Y.; Lo, Y.H.; Chung, Y.T.; Li, K.C. Medical waste production at hospitals and associated factors. *Waste Manage.* **2009**, *29(1)*, 440–444.
4. Zamparas, M.; Kapsalis, V.C.; Kyriakopoulos, G.L.; Aravossis, K.G.; Kanteraki, A.E.; Vantarakis, A.; Kalavrouziotis, I.K. Medical waste management and environmental assessment in the Rio university hospital, western Greece. *Sustain. Chem. Pharm.* **2019**, *13*, 100163.
5. Marinković, N.; Vitale, K.; Holcer, N.J.; Džakula, A.; Pavić, T. Management of hazardous medical waste in Croatia. *Waste Manage.* **2008**, *28(6)*, 1049–1056.
6. Abor, P.A. Medical waste management practices in a southern African hospital. *J. Appl. Sci. Environ. Manag.* **2007**, *11(3)*, 91–96.
7. Zafar, S. Medical waste management in developing countries. <https://www.bioenergyconsult.com/medical-waste-management/>. Accessed on May 16, 2022.
8. Chen, C.; Chen, J.; Fang, R.; Ye, F.; Yang, Z.; Wang, Z.; Shi, F.; Tan, W. What medical waste management system may cope with COVID-19 pandemic: lessons from Wuhan. *Resour. Conserv. Recycl.* **2021**, *170*, 105600.
9. Korkmazer, C.; Aktar Demirtaş, E.; Erol, D. Selection of disposal contractor by multi criteria decision making methods. *Pamukkale Univ. J. Eng. Sci.* **2016**, *22(4)*, 305–313.
10. Manga, V.E.; Forton, O.T.; Mofor, L.A.; Woodard, R. Health care waste management in Cameroon: a case study from the Southwestern Region. *Resour. Conserv. Recycl.* **2011**, *57*, 108–116.
11. Liu, H.C.; Wu, J.; Li, P. Assessment of health-care waste disposal methods using a VIKOR-based fuzzy multi-criteria decision-making method. *Waste Manage.* **2013**, *33(12)*, 2744–2751.
12. Azizkhani, N.A.; Gholami, S.; Yusif, S.; Moosavi, S.; Miri, S.F.; Kalhor, R. Comparison of health-care waste management in urban and rural areas in Iran: application of multi-criteria decision making method. *Health Scope* **2021**, *10(2)*, e113282.
13. Chartier, Y. World Health Organization. Safe management of wastes from health-care activities; Nonserial Publication; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2014.
14. Arab, M.; Rouhollah Askari, B.; Tajvar, M.; Pourreza, A.; Omrani, G.; Mahmoudi, M. The assessment of hospital waste management: A case study in Tehran. *Waste Manag. Res.* **2008**, *26*, 304–308.

15. Wafula, S.T.; Musiime, J.; Oporia, F. Health care waste management among health workers and associated factors in primary health care facilities in Kampala city, Uganda: A cross-sectional study. *BMC Public Health* **2019**, *19*, 203.
16. General Statistics Office of Vietnam. Statistical Yearbook of Vietnam. Statistic Publisher, 2020.
17. Hanoi Department of Health. Annual health activity report of Hanoi city, 2020.
18. Lan, N.M.; Tiên, L.C. Hiện trạng quản lý chất thải rắn y tế tại Bệnh viện 71 Trung ương, Thanh Hóa. *Tạp chí môi trường, Chuyên đề II*, 2021.
19. DeMers, M.N. Fundamentals of Geographic Information Systems (2nd Ed.) Wiley, 2000.
20. Burrough, P.A.; McDonnell, R.A.; Lloyd, C.D. Principles of geographical information systems, Oxford University Press, 3rd Edition, 2015.

Studying the current situation to plan the collection, transportation, and treatment of medical solid waste in Hanoi City

Tran Thanh Chi^{1*}, Dinh Quang Hung¹, Nguyen Thi Thu Huong¹

¹ School of Environmental Science and Technology, Hanoi University of Science and Technology, Hanoi, Vietnam; chi.tranthanh@hust.edu.vn; hung.dinhquang@hust.edu.vn; huong.nguyenthithu@hust.edu.vn

Abstract: The study used a survey method to assess the scale and level of medical solid waste generation at hospitals/health facilities in Hanoi city, thereby determining the plan of collection, transportation and treatment. Currently, in Hanoi City, there are a total of about 3,676 medical facilities, including: central medical facilities; city-level medical facilities; health facilities at district/district/town level; commune/ward/town health stations and private medical facilities. According to statistics, the total amount of medical waste generated in the city is about 27,522 kg.day⁻¹; in which hazardous medical waste is about 8,448 kg.day⁻¹ (about 30%), non-hazardous solid waste is about 19,074 kg.day⁻¹. The study proposed a plan for collection, transportation, and treatment in several ways: on-site treatment model; cluster processing model; centralized processing model. The proposed plan is based on the generated volume, transportation distance, capacity, treatment technology, treatment cost, etc. The completed plan can help improve the efficiency of medical solid waste management in Hanoi.

Keywords: Medical solid waste; Hospitals/health facilities; Collection; Transportation; Treatment.