

XÂY DỰNG MÔ HÌNH TỐI ƯU HÓA MẠNG LƯỚI LOGISTICS THU GOM VÀ TÁI CHẾ RÁC THẢI Y TẾ TẠI THÀNH PHỐ CẦN THƠ

● TRẦN THỊ THẨM* - PHAN ĐOÀN PHÚ QUỐC
- NGUYỄN TRƯỜNG THỊNH - NGUYỄN ĐOAN TRINH

TÓM TẮT:

Rác thải y tế là rác thải phát sinh từ hoạt động của cơ sở y tế, bao gồm chất thải y tế nguy hại, chất thải rắn thông thường, khí thải, chất thải lỏng không nguy hại và nước thải y tế. Rác thải y tế nếu không được phân loại, thu gom và xử lý tốt sẽ là nguồn lây lan bệnh tật, ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường và sức khỏe của con người. Bên cạnh đó, quá trình phân loại, thu gom, xử lý rác thải y tế cũng cần được thực hiện hiệu quả để tiết kiệm chi phí, đồng thời tận dụng được nguồn nguyên liệu từ rác. Bài báo này xây dựng một mô hình tối ưu hóa nhằm tối thiểu chi phí thu gom và xử lý rác thải, đồng thời tối ưu hóa hiệu quả của mạng lưới logistics ngược. Bài báo sử dụng các hàm số tuyến tính để mô hình hóa bài toán chi phí, trong đó biến quyết định là khối lượng rác thải y tế cần xử lý, và hàm mục tiêu là tổng chi phí liên quan đến thu gom, quản lý, vận chuyển và xử lý rác thải y tế.

Từ khóa: mạng lưới logistics ngược, mô hình tối ưu hóa, rác thải y tế, thu gom rác thải, tái chế rác thải.

1. Đặt vấn đề

Cùng với sự phát triển của xã hội loài người, cuộc cách mạng công nghệ 4.0 đã mang đến nhiều thành tựu, sáng chế về khoa học khiến đời sống con người càng ngày càng tiện lợi hơn. Tuy nhiên, song hành cùng những sáng chế luôn có những mặt trái, những mảng tối, những hệ lụy tất yếu của sự phát triển khoa học kỹ thuật. Đó là hiện tượng biến đổi khí hậu, những thiên tai, dịch họa ngày càng trở nên nghiêm trọng hơn. Khi thiên nhiên bị can thiệp để

chế tạo những tiện nghi cho con người và nhận lại những chất thải từ con người thì tình trạng rừng núi đất đai trở nên bạc màu, tài nguyên nước ngày càng cạn kiệt, không khí thì ngày càng ô nhiễm là nhân quả không thể tránh được. Thêm vào đó, với dân số không ngừng gia tăng đã kéo theo nhu cầu về các loại tài nguyên phải được khai thác để phục vụ cho dân số lớn hơn nữa. Hệ quả là môi trường ô nhiễm ngày càng trầm trọng hơn, chất lượng cuộc sống của con người giảm sút theo sự suy thoái hệ sinh

thái trên khắp hành tinh. Điều này đã trở thành mối quan ngại của các quốc gia trên thế giới, trong đó có Việt Nam.

Một trong các nguồn rác thải ảnh hưởng nhiều đến môi trường và cuộc sống người dân là chất thải rắn y tế. Dân số càng tăng, nhu cầu khám chữa bệnh càng nhiều khiến cho tình hình rác thải y tế trở nên phức tạp hơn. Mỗi ngày có đến 120,000 m³ nước thải y tế, 350-400 tấn chất thải y tế (trong đó có 42 tấn chất thải y tế nguy hại) được thải ra môi trường. Thế nhưng, nhiều cơ sở y tế vẫn chưa thực sự quan tâm đến việc thu gom xử lý rác thải y tế. Bằng chứng là chỉ có 53,4% trong số 1.263 bệnh viện có công trình xử lý nước thải, 90% bệnh viện thu gom hàng ngày, 67% cơ sở y tế xử lý bằng lò đốt, 32,2% xử lý rác y tế bằng lò ủ công hoặc công nghệ chôn lấp trong bệnh viện (Trần, 2019). Hiện nay trên địa bàn TP. Cần Thơ chưa có nhà máy xử lý chất thải nguy hại, chất thải y tế tập trung. Đến nay, thành phố chỉ được trang bị một lò xử lý với công nghệ hấp tiết trùng, công suất 2,4 tấn/ngày đêm đặt tại Bệnh viện Lao phổi thành phố để xử lý rác lây nhiễm, rác y tế của các bệnh viện trên địa bàn. Do đó, giải quyết bài toán về thu gom và xử lý rác thải y tế trên địa bàn cần được quan tâm trong giai đoạn hiện nay (Hong & Minh, 2022).

Để tối thiểu chi phí cho quá trình thu gom, xử lý và tối thiểu những rủi ro do rác thải độc hại gây ra, cũng như tối đa hóa hiệu quả hoạt động của mạng lưới logistics ngược đòi hỏi thiết lập một mạng lưới thu gom và xử lý hiệu quả, trong đó bao gồm các đơn vị y tế, các đơn vị thu gom và xử lý. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm tối ưu mạng lưới logistics thu gom, tái chế rác thải y tế trên địa bàn TP. Cần Thơ.

2. Nghiên cứu liên quan

Đặc điểm chung của các mô hình tối ưu hóa chi phí trong chuỗi cung ứng ngược là rác, phế phẩm hay các sản phẩm khác sẽ được thu gom tập trung, phân loại và được đưa đến nơi xử lý, tái chế, tiêu thụ hay chôn lấp. Các biến số chính của các mô hình là khối lượng rác thải, đồng thời biến nh

phân là khả năng đóng mở các cơ sở trong chuỗi, thường là các cơ sở thu gom hoặc xử lý sơ bộ. Mục tiêu của các bài toán tối ưu này là định vị được vị trí mà chi phí xử lý là thấp nhất, trong khi năng lực xử lý và giá trị thu hồi được là cao nhất (John et al., 2018; Dobroselskyi and Madle#ák, 2019). Thêm vào đó, theo Trochu et al. (2020), việc tối ưu hóa chi phí luôn phải gắn liền với sự tuân thủ các quy định pháp luật và chính những quy định của pháp luật là giới hạn tối thiểu để nhà hoạch định thực hiện.

Shi et al. (2009) sử dụng mô hình quy hoạch tuyến tính nguyên hỗn hợp với hàm mục tiêu là tối thiểu chi phí logistics cho việc xử lý chất thải y tế rắn. Chi phí xử lý rác thải bao gồm chi phí vận chuyển, chi phí cố định trong vận hành cơ sở thu gom, xử lý rác xử lý và chi phí biến đổi theo lượng rác để vận hành các trung tâm được giả thiết xác định. Biến quyết định của mô hình này bao gồm 5 loại: lượng rác từ cơ sở y tế đến cơ sở thu gom, lượng rác từ cơ sở thu gom đến cơ sở xử lý, lượng rác từ cơ sở xử lý đến nhà máy tập trung (thuộc kiểu biến thực), sự kiện đóng mở cơ sở thu gom và sự kiện đóng mở cơ sở xử lý (thuộc kiểu nhị phân). Nghiên cứu sử dụng là phương pháp giải thuật di truyền để giải bài toán.

Đối với các tài liệu trong nước, các nghiên cứu trong nước về vấn đề quản lý chất thải y tế chủ yếu xoay quanh khía cạnh quản lý hành chính đối với rác thải y tế rắn. Khuê và cộng sự (2021) nghiên cứu thực trạng quản lý rác thải y tế tại Bệnh viện Tâm thần TP. Hải Phòng. Nghiên cứu cho nhóm thực hiện cái nhìn tổng quan về hoạt động quản lý rác thải y tế tại Việt Nam. Tuy nhiên, các nghiên cứu trên thuộc lĩnh vực quản lý hành chính lại tập trung vào nghiên cứu mô tả thực trạng nên các giải pháp chủ yếu mang tính định tính.

Dựa trên tài liệu lược khảo, đề tài xây dựng mô hình tối ưu hóa mạng lưới logistics ngược đối với chất thải y tế. Mục tiêu của nghiên cứu này tập trung vào việc tối thiểu hóa tổng chi phí thu gom, xử lý chất thải y tế, bên cạnh đó còn đặt mục tiêu lựa chọn phương pháp xử lý hữu hiệu và tối thiểu

hóa chi phí lưu trữ rác thải tại cơ sở. Các biện pháp quyết định liên quan đến khối lượng rác tại cơ sở y tế được vận chuyển đến trung tâm thu gom và các cơ sở xử lý, khối lượng rác từ cơ sở xử lý đến các trạm trung chuyển tập trung và đến các bãi chôn lấp.

3. Mô hình toán

3.1. Tập hợp

Tập hợp chủ thể là cơ sở y tế phát thải, được ký hiệu là n : $\{1...n...N\}$.

Mỗi thời đoạn được ký hiệu trong tập thời đoạn là t : $\{1...t...T\}$.

3.2. Biện quyết định

Lượng rác thải xử lý. Biện quyết định là lượng rác thải cần xử lý tại các phương pháp cho trước bao gồm:

Q1: Khối lượng rác lây nhiễm (thùng vàng theo TTLT 58) được thiêu đốt tại cơ sở thiêu đốt rác thải (tại nút Thiêu đốt 1).

Q2: Khối lượng rác lây nhiễm được đưa đến hấp ướt tại cơ sở hấp khử trùng chuyên dụng đối với rác thải y tế (tại nút Hấp ướt).

Q3: Khối lượng rác thải nguy hại khác (thùng đen theo TTLT 58) được đưa đến cơ sở xử lý khác nhằm mục đích cô lập hoặc loại bỏ chất độc (tại nút Khử độc).

Q4: Khối lượng rác thải sinh hoạt và/hoặc rác thải y tế thông thường (thùng xanh theo TTLT58) được đưa đến cơ sở thiêu đốt (tại nút Thiêu đốt 2).

Q5: Khối lượng rác thải sinh hoạt hoặc rác thải y tế thông thường được đưa đến bãi chôn lấp rác thải (tại nút Chôn lấp).

Q6: Khối lượng rác thải tái chế (thùng trắng theo TTLT 58) được đưa đến cơ sở tái chế rác thải (tại nút Tái chế trực tiếp).

Q7: Khối lượng rác thải từ nút Thiêu đốt 1 được đốt cháy tạo năng lượng và tham gia vào hoạt động phát điện tại nút Phát điện).

Q8: Khối lượng rác thải từ nút Thiêu đốt 2 được đốt cháy tạo năng lượng và tham gia vào hoạt động phát điện tại nút Phát điện).

Q9: Khối lượng tro xỉ được sinh ra từ nút Phát điện được thu thập, chế biến, tiêu thụ (tại nút Bán/chế biến tro xỉ).

Q10: Khối lượng chất còn lại (chủ yếu là kim loại) được thu lại sau khi được đốt cháy và tham gia hoạt động phát điện để tái chế tại nút Tái chế thứ cấp.

Q11: Khối lượng rác thải sau khi đã hấp ướt được chôn lấp tại nút Chôn lấp.

Q12: Khối lượng rác thải sau khi đã hấp ướt được tái chế tại nút Tái chế thứ cấp.

Q13: Khối lượng rác thải sau khi đã được xử lý khử độc, cô lập được chôn lấp tại nút Chôn lấp.

Q14: Khối lượng rác thải sau khi đã được xử lý khử độc, cô lập được tái chế tại nút Tái chế thứ cấp.

Q15: Khối lượng vật liệu tái chế trực tiếp được đưa vào thị trường nguyên liệu để tiêu thụ tại nút Thị trường nguyên liệu.

Q16: Khối lượng vật liệu tái chế thứ cấp được đưa vào thị trường nguyên vật liệu để tiêu thụ tại nút Thị trường nguyên liệu.

Trong đó, biến Q7 và Q8 là khối lượng tương ứng tuyến tính với lượng điện năng sinh ra trong quá trình phát điện. Tỷ lệ khối lượng rác đầu vào trên điện năng được tính trung bình ở mức 0,375 kWh/ 1kg rác được đốt (Bộ Xây dựng, 2019).

3.3. Tham số

Dữ liệu đầu vào:

Qa: Khối lượng rác lây nhiễm được đựng trong thùng rác màu vàng.

Qb: Khối lượng rác thải nguy hại khác (không bao gồm rác thải phóng xạ) được đựng trong thùng rác màu đen.

Qc: Khối lượng rác thải thông thường hoặc rác thải sinh hoạt, là rác thải không nguy hại được đựng trong thùng rác màu xanh lá cây.

Qd: Khối lượng rác tái chế không nguy hại được đựng trong thùng màu trắng.

Chi phí vận chuyển. Chi phí vận chuyển được ký hiệu dưới dạng M_{γ} . Trong đó γ là chỉ số của khối lượng rác của biện quyết định tương ứng.

Các tham số tại nơi xử lý. Ký hiệu của các đại lượng có dạng $\alpha\beta$, với α đại diện cho phân loại của đại lượng và β là đại diện cho các trạm xử lý.

Các đại lượng phát sinh tại nơi xử lý (α) bao gồm:

E: Chi phí vận hành đơn vị tại nút tương ứng.

P: Đơn giá sản phẩm thu hồi sau khi xử lý tại nút tương ứng

R: Tỷ lệ giữa khối lượng rác thải đưa vào và khối lượng sản phẩm còn lại sau khi xử lý của mỗi nút (đầu ra/đầu vào).

A: Giới hạn năng lực xử lý của mỗi nút. Đề tài này chọn cách quy ước gán giá trị vô cùng lớn: tại các nút bỏ qua giới hạn khả năng xử lý $A\beta = 10^{12}$.

Các trạm xử lý (β) được ký hiệu như sau:

A: Lò đốt rác thải lây nhiễm (Thieu đốt 1).

B: Lò hấp ướt (hấp khử khuẩn) rác thải lây nhiễm (Hấp ướt).

C: Cơ sở khử độc, cô lập rác thải nguy hại loại khác (Khử độc).

D: Lò đốt rác thải thông thường và rác thải sinh hoạt (Thieu đốt 2).

E: Máy phát điện từ việc đốt rác thải (Phát điện).

F: Cơ sở tái chế rác thải trực tiếp từ cơ sở y tế (Tái chế trực tiếp).

G: Đơn vị xử lý, kinh doanh tro xỉ từ hoạt động đốt rác (Bán/chế biến tro xỉ).

H: Bãi chôn lấp rác thải sau khi xử lý (Chôn lấp).

J: Cơ sở tái chế thứ cấp các rác thải đã được xử lý thieu đốt, hấp ướt hoặc khử độc (Tái chế thứ cấp).

K: Thị trường nguyên vật liệu sau khi tái chế từ phế liệu trực tiếp (Thị trường nguyên liệu tái chế trực tiếp).

L: Thị trường nguyên vật liệu sau khi tái chế từ phế liệu thứ cấp (Thị trường nguyên liệu thứ cấp).

Ví dụ: Chi phí vận hành đơn vị tại lò đốt rác lây nhiễm được ký hiệu là EA, đơn giá bán nguyên liệu sau tái chế tại thị trường nguyên liệu là PK.

Tham số ràng buộc pháp lý. Tổng khối lượng rác thải được chôn lấp tại các bãi chôn sẽ nhỏ hơn hoặc bằng tổng lượng sản phẩm sau cùng tại cả ba công đoạn kết thúc. LH là tỷ số giữa rác thải chôn lấp và tổng khối lượng sản phẩm còn lại sau khi hoàn tất xử lý.

3.4. Hàm mục tiêu

Hàm mục tiêu bao gồm hai hàm thành phần là tổng chi phí thu gom (vận chuyển) và chi phí xử lý. Hàm mục tiêu như sau:

$$\text{Min } Z = Z1 + Z2 \quad (1)$$

Trong đó: Z1 là chi phí thu gom: (2)

$$\begin{aligned} Z1 = & \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M1_{nt} \times Q1_{nt} + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M2_{nt} \times Q2_{nt} \\ & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M3_{nt} \times Q3_{nt} + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M4_{nt} \times Q4_{nt} \\ & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M5_{nt} \times Q5_{nt} + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M6_{nt} \times Q6_{nt} \\ & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M7_{nt} \times Q7_{nt} + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M8_{nt} \times Q8_{nt} \\ & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M9_{nt} \times Q9_{nt} + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M10_{nt} \times Q10_{nt} \\ & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M11_{nt} \times Q11_{nt} + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M12_{nt} \times Q12_{nt} \\ & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M13_{nt} \times Q13_{nt} + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M14_{nt} \times Q14_{nt} \\ & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M15_{nt} \times Q15_{nt} + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N M16_{nt} \times Q16_{nt} \end{aligned}$$

Z2 là tổng chi phí xử lý (và phần bù đắp bằng doanh thu các phụ phẩm sau xử lý): (3)

$$\begin{aligned} Z2 = & \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N Q1_{nt} \times (EA_{nt} - PA_{nt}) \\ & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N Q2_{nt} \times (EB_{nt} - PB_{nt}) \\ & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N Q3_{nt} \times (EC_{nt} - PC_{nt}) \\ & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N Q4_{nt} \times (ED_{nt} - PD_{nt}) \\ & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N (Q7_{nt} + Q8_{nt}) \times (EE_{nt} - PE_{nt}) \\ & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N Q6_{nt} \times (EF_{nt} - PF_{nt}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N Q9_{nt} \times (EG_{nt} - PG_{nt}) \\
 & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N (Q5_{nt} + Q11_{nt} + Q13_{nt}) \times (EH_{nt} - PH_{nt}) \\
 & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N (Q10_{nt} + Q12_{nt} + Q14_{nt}) \times (EJ_{nt} - PJ_{nt}) \\
 & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N Q15_{nt} \times (EK_{nt} - PK_{nt}) \\
 & + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N Q16_{nt} \times (EL_{nt} - PL_{nt})
 \end{aligned}$$

Ràng buộc

(i) *Dữ liệu đầu vào.* Khối lượng đầu vào của mỗi phân loại rác được thu gom và xử lý ở những trạm đầu tiên được coi như nguyên vẹn trước khi đưa vào các trạm xử lý. Do vậy, khối lượng rác đầu vào của các trạm được biểu diễn như sau:

- Rác lây nhiễm:

$$Qa_{nt} = Q1_{nt} + Q2_{nt} \quad \forall n \in N, t \in T \quad (4)$$

- Rác nguy hại (khác):

$$Qb_{nt} = Q3_{nt} \quad \forall n \in N, t \in T \quad (5)$$

- Rác y tế không nguy hại:

$$Qc_{nt} = Q4_{nt} + Q5_{nt} \quad \forall n \in N, t \in T \quad (6)$$

- Rác tái chế:

$$Qd_{nt} = Q4_{nt} \quad \forall n \in N, t \in T \quad (7)$$

(ii) *Ràng buộc nút mạng.* Tại các nút mạng (các trạm xử lý), khối lượng của rác thải đầu vào không lớn hơn khối lượng rác thải đầu ra. Như phần tham số, $R\beta$ là tỷ lệ khối lượng của sản phẩm đầu ra so với nguồn đầu vào của mỗi trạm. Do vậy, mỗi nút mạng chịu sự ràng buộc của tỷ lệ chênh lệch đó theo công thức như sau:

- Tại nút A:

$$RA \times Q1_{nt} = Q7_{nt} \quad \forall t \in T, n \in N \quad (8)$$

- Tại nút B:

$$RB \times Q2_{nt} = Q11_{nt} + Q12_{nt} \quad \forall t \in T, n \in N \quad (9)$$

- Tại nút C:

$$RC \times Q3_{nt} = Q13_{nt} + Q14_{nt} \quad \forall t \in T, n \in N \quad (10)$$

- Tại nút D:

$$RD \times Q4_{nt} = Q8_{nt} \quad \forall t \in T, n \in N \quad (11)$$

- Tại nút E:

$$RE \times (Q7_{nt} + Q8_{nt}) = Q9_{nt} \quad \forall t \in T, n \in N \quad (12)$$

- Tại nút F:

$$RF \times Q6_{nt} = Q15_{nt} \quad \forall t \in T, n \in N \quad (13)$$

- Tại nút J:

$$RJ \times (Q10_{nt} + Q12_{nt} + Q14_{nt}) = Q16_{nt} \quad (14)$$

(iii) *Ràng buộc năng lực xử lý.* Lượng nguyên liệu đầu vào của mỗi nút bị giới hạn ở mức năng lực xử lý đó. Giới hạn đó được biểu diễn như sau:

- Tại nút A:

$$\sum_{n=1}^N Q1_{nt} \leq AA \quad \forall t \in T \quad (15)$$

- Tại nút B:

$$\sum_{n=1}^N Q2_{nt} \leq AB \quad \forall t \in T \quad (16)$$

- Tại nút C:

$$\sum_{n=1}^N Q3_{nt} \leq AC \quad \forall t \in T \quad (17)$$

- Tại nút D:

$$\sum_{n=1}^N Q4_{nt} \leq AD \quad \forall t \in T \quad (18)$$

- Tại nút E:

$$\sum_{n=1}^N (Q7_{nt} + Q8_{nt}) \leq AE \quad \forall t \in T \quad (19)$$

- Tại nút F:

$$\sum_{n=1}^N Q6_{nt} \leq AF \quad \forall t \in T \quad (20)$$

- Tại nút G:

$$\sum_{n=1}^N Q9_{nt} \leq AG \quad \forall t \in T \quad (21)$$

- Tại nút H:

$$\sum_{n=1}^N (Q5_{nt} + Q11_{nt} + Q13_{nt}) \leq AH \quad \forall t \in T \quad (22)$$

- Tại nút J:

$$\sum_{n=1}^N (Q10_{nt} + Q12_{nt} + Q14_{nt}) \leq AJ \quad \forall t \in T \quad (23)$$

- Tại nút K:

$$\sum_{n=1}^N Q15_{nt} \leq AK \quad \forall t \in T \quad (24)$$

- Tại nút L:

$$\sum_{n=1}^N Q6_{nt} \leq AL \quad \forall t \in T \quad (25)$$

(iv) *Ràng buộc pháp lý và điều kiện biến.* Theo chính sách của địa phương, lượng rác thải chôn lấp được giới hạn ở một mức nhất định so với tổng khối lượng rác thải cuối cùng:

$$\sum_{n=1}^N (Q5_{nt} + Q11_{nt} + Q13_{nt}) \leq LH$$

$$\times \sum_{n=1}^N (Q5_{nt} + Q9_{nt} + Q11_{nt} + Q13_{nt} + Q15_{nt} + Q16_{nt}) \forall t \in T \quad (26)$$

Ngoài ra, biến quyết định là số thực không âm.
Điều kiện biến quyết định: $Qk \geq 0$.

Mô hình được giải bằng ngôn ngữ lập trình CPLEX hoặc các ngôn ngữ lập trình khác.

4. Kết luận

Bài báo tập trung xây dựng mô hình tối ưu hóa tuyến đường vận chuyển nhằm tối thiểu chi phí trong mạng lưới thu gom và tái chế rác thải y tế

tại TP. CT. Nghiên cứu đóng góp một phần nhỏ vào công tác quản lý chuỗi cung ứng ngược rác thải y tế nói riêng và hoạt động giảm thiểu tác động của rác thải lên môi trường nói chung trong cộng đồng dân cư TPCT. Tuy nhiên, bài báo chỉ xây dựng được mô hình tối ưu hóa mà chưa giải mô hình dựa trên dữ liệu thực tế. Do đó, nghiên cứu tiếp theo cần thu thập dữ liệu thực tế để kiểm chứng mô hình. Bên cạnh đó, mô hình mô phỏng và phân tích độ nhạy cần được xây dựng để chứng minh tính khả thi của mạng lưới logistics và mô hình tối ưu ■

Lời cảm ơn:

Đề tài này được tài trợ bởi Trường Đại học Cần Thơ, Mã số: T2023-120

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Bộ Xây dựng. (2019). Bài toán xử lý rác thải ở đô thị trung tâm ở đồng bằng sông Cửu Long. Truy cập tại https://moc.gov.vn/vn/_layouts/15/NCS.Webpart.MOC/mt_poup/Intrangweb.aspx?IdNews=14605
2. Dobroselskyi, M., & Madleňák, R. (2019). Model of waste transportation management in the conditions of a production company. 13th International Conference on Sustainable - Modern and Safe Transport. Bratislava, Slovak Republic.
3. Hồng, S., & Minh, Q. (2022). Bất cập thu gom và xử lý rác thải y tế. <https://nhandan.vn/bat-cap-thu-gom-va-xu-ly-rac-thai-y-te-post681088.html>
4. John, S., Sridharan, R., & Kumar, P. (2018). Reverse logistics network design: A case of mobile phones and digital cameras. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* (94), 615-631.
5. Khuê, P. M., Nguyễn, T. T., & Trần, H. L. (2021). Thực trạng quản lý chất thải rắn y tế tại Bệnh viện Tâm thần Hải Phòng năm 2020. *Tạp chí Y học dự phòng*, 31(5), 107-115.
6. Shi, L., Fan, H., Gao, P., & Zhang, H. (2009). Network Model and Optimization of Medical Waste Reverse Logistics by Improved Genetic Algorithm. *Dailian: Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 40-52.
7. Trân, Đ. (2019). Xử lý chất thải y tế. Truy cập tại <http://daidoanket.vn/xu-ly-chat-thai-y-te-445620.html>
8. Trochu, J., Chaabane, A., & Ouhimmou, M. (2020). A carbon-constrained stochastic model for eco-efficient reverse logistics network design under environmental regulations in the crd industry. *J. Clean. Prod.*, 245(118818).

Ngày nhận bài: 16/7/2024

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 5/8/2024

Ngày chấp nhận đăng bài: 18/8/2024

Thông tin tác giả:

1. TRẦN THỊ THẨM^{1*}

2. PHAN ĐOÀN PHÚ QUỐC¹

3. NGUYỄN TRƯỜNG THỊNH¹

4. NGUYỄN ĐOAN TRINH⁴

¹Trường Bách Khoa, Trường Đại học Cần Thơ

**Người chịu trách nhiệm về bài viết: Trần Thị Thẩm (Email: tttham@ctu.edu.vn)*

BUILDING AN OPTIMIZED MODEL FOR A LOGISTICS NETWORK OF COLLECTING AND RECYCLING MEDICAL WASTE IN CAN THO

● **TRAN THI THAM¹**

● **PHAN DOAN PHU QUOC¹**

● **NGUYEN TRUONG THINH¹**

● **NGUYEN DOAN TRINH¹**

¹College of Engineering, Can Tho University

ABSTRACT:

Medical waste refers to waste generated from healthcare facilities, including hazardous medical waste, regular solid waste, emissions, non-hazardous liquid waste, and medical wastewater. If medical waste is not properly classified, collected, and treated, it will become a source of disease transmission and pose serious threats to the environment and human health. Additionally, the processes of sorting, collecting, and treating medical waste need to be efficient to reduce costs while also leveraging raw materials from the waste. This study presented an optimization model aimed at minimizing the costs of waste collection and treatment while optimizing the efficiency of the reverse logistics network. The model uses linear functions to represent the cost problem, with the decision variable being the volume of medical waste to be processed and the objective function being the total costs associated with the collection, management, transportation, and treatment of medical waste.

Keywords: reverse logistics network, optimization model, medical waste, waste collection, waste recycling.