

DOI:10.22144/ctu.jvn.2018.117

NGHIÊN CỨU ĐỊNH HÌNH CẤU TRÚC MẠNG LƯỚI CHUỖI CUNG ỨNG THU GOM TÁI CHẾ HỘP MỰC MÁY IN CŨ CHO CÁC CƠ QUAN VÀ TRƯỜNG HỌC TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ CẦN THƠ VÀ CÁC QUẬN, HUYỆN LÂN CẬN

Đoàn Hoàng Tuấn^{1*}, Phạm Hoàng Tân², Trương Quỳnh Hoa¹ và Nguyễn Thắng Lợi¹

¹Sinh viên Ngành Quản lý công nghiệp, khóa 40, Trường Đại học Cần Thơ

²Khoa Công Nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Đoàn Hoàng Tuấn (email: tuanb1411519@student.ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 14/01/2018

Ngày nhận bài sửa: 13/03/2018

Ngày duyệt đăng: 29/10/2018

Title:

Supply-chain network configuration for collecting and recycling used printer cartridges for agencies and schools in Can Tho City and neighboring districts

Từ khóa:

Logistics ngược, mạng lưới chuỗi cung ứng, mô hình đường đi ngắn nhất, sản phẩm thu hồi, tái sản xuất

Keywords:

Reverse logistics, supply chain network, remanufacturing, recovery product, shortest-path model

ABSTRACT

The accelerating growth in technology and consumption leads to resource reduction, increase in waste production and, simultaneously, negative impacts on the environment and human by the wastes of electrical and electronic devices at the end of their product lifecycles. However, some kinds of these used products can be remanufactured, recycled and reused. This paper is aimed to study a reverse supply chain network, in which manufacturers produce new products and remanufacture used products. The decisions to be made are: the number and potential locations of storehouses and collection centers, the capacities of each facility and flows should be transported between each pair of sites. Two linear and multi-period integer programming models are built for determining the traffic levels on every link and jointly analyzing investment and operational costs. A specific study on the cartridge products using in the printers or photocopiers for agencies and schools in Can Tho City and neighboring districts is carried out to propose some managerial insights for using the model in real situations.

TÓM TẮT

Sự tăng trưởng nhanh về công nghệ và tiêu dùng dẫn đến việc giảm nguồn tài nguyên, tăng lượng rác thải và đồng thời ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường và con người do chất thải của các thiết bị điện và điện tử vào cuối chu kỳ sản phẩm của chúng. Tuy nhiên, một số loại sản phẩm đã qua sử dụng này có thể được tái sản xuất, tái chế và tái sử dụng. Trong bài báo này, một mạng lưới chuỗi cung ứng ngược được nghiên cứu, trong đó các nhà sản xuất sản xuất các sản phẩm mới và tái sản xuất các sản phẩm đã qua sử dụng. Các quyết định được đưa ra là: số kho và trung tâm thu gom, các địa điểm tiềm năng của kho và trung tâm thu gom, khả năng của mỗi cơ sở và luồng nên được vận chuyển giữa mỗi cặp địa điểm. Hai mô hình tuyến tính nguyên và đa thời đoạn được xây dựng để xác định mức lưu lượng trên mỗi liên kết, kết hợp với phân tích chi phí đầu tư và vận hành. Một nghiên cứu cụ thể về các sản phẩm hộp mực sử dụng trong máy in hoặc máy photocopy cho các cơ quan và trường học trên địa bàn thành phố Cần Thơ và các quận, huyện lân cận được tiến hành để đề xuất một số hiểu biết về quản lý trong việc sử dụng mô hình vào các tình huống thực tế.

Trích dẫn: Đoàn Hoàng Tuấn, Phạm Hoàng Tân, Trương Quỳnh Hoa và Nguyễn Thắng Lợi, 2018. Nghiên cứu định hình cấu trúc mạng lưới chuỗi cung ứng thu gom tái chế hộp mực máy in cũ cho các cơ quan và trường học trên địa bàn thành phố Cần Thơ và các quận, huyện lân cận. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 54(7A): 1-8.

1 GIỚI THIỆU

Logistics ngược trong xây dựng mạng lưới chuỗi cung ứng đã được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm để giải quyết các vấn đề về môi trường, đặc biệt là trong xử lý lượng rác thải điện tử ngày một tăng cao như hiện nay. Tan (2001) tìm hiểu về sự phát triển của chuỗi cung ứng từ việc pha trộn một cách tiếp cận mang tính chiến lược và toàn diện đến việc quản lý logistics, nguyên liệu và vận hành. Klose and Drexler (2005) tìm hiểu các mô hình về xác định vị trí liên tục, vị trí trong mạng lưới, chương trình tích hợp với số nguyên, và các ứng dụng của các loại mô hình này. Bên cạnh đó, các mô hình tối ưu hóa và các kết quả giải thuật kinh nghiệm cũng được đa dạng hóa từ các nghiên cứu khác. Barros *et al.* (1998) xây dựng mô hình toán tối ưu về mạng lưới tái chế rác thải xây dựng cho Hà Lan (Netherlands). Louwers *et al.* (1999) xây dựng một mô hình toán về việc bố trí và phân bổ thiết bị cho quá trình thu thập, tái chế và tái phân phối mặt hàng thâm. Đặc biệt kết quả thu được từ mô hình được áp dụng cho châu Âu và Mỹ. Daskin *et al.* (2002) đã giới thiệu một mô hình về vị trí đặt các trung tâm phân phối độc lập với các nhà kho đang hoạt động, đồng thời phát triển một giải thuật kinh nghiệm dựa vào giải thuật Lagrange. Giải thuật này được kiểm tra kết quả từ 80 đến 150 đại lý và đề xuất các giải pháp khác để giảm thiểu chi phí giao nhận hàng hóa. Trong khi đó, một vài nghiên cứu chủ yếu tập trung vào việc định hình một cấu trúc chung cho khả năng thu lợi nhuận của sản phẩm được sản xuất phục hồi. Guide *et al.* (2001) đã phát triển một cấu trúc chung cho việc phân tích khả năng thu lợi nhuận từ các hoạt động tái sử dụng và đã xây dựng nên phương pháp quản lý các tác động từ sản phẩm được thu hồi. Tuy nhiên, tác giả không đề cập đến quan hệ giữa giá thu lại và chất lượng sản phẩm. Guide *et al.* (2003) phát triển một mô hình chung về việc xác định giá tối ưu tương ứng với khả năng thu lợi nhuận của sản phẩm được sản xuất phục hồi. Nghiên cứu này được lấy ý tưởng từ ngành công nghiệp điện thoại di động. Mặt khác, có nhiều tác giả định hướng nghiên cứu của họ đến việc phân tích, nghiên cứu sự phát triển và điều tra các vấn đề liên quan đến logistics ngược và vấn đề sản xuất phục hồi sản phẩm. Spengler *et al.* (1997) đã nghiên cứu sự phát triển các mô hình phức tạp cho việc lập kế hoạch về việc gia công lại các bán thành phẩm trên công đoạn sản xuất và sản xuất lại các thành phẩm đã được hoàn tất các công đoạn nhưng không đáp ứng yêu cầu. Fleischmann *et al.* (1997) đã điều tra về việc có nhiều dạng quản lý dòng di chuyển nguyên liệu và các bán thành phẩm được gia công lại trên

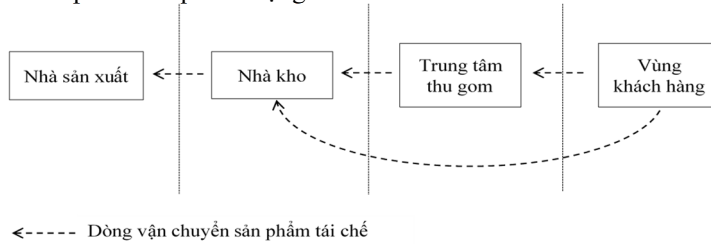
các công đoạn của dây chuyền sản xuất. Vấn đề được nghiên cứu liên quan đến việc lập các kế hoạch phân phối, kiểm soát tồn kho và sản xuất về tính hiệu quả, các mô hình toán và các định hướng nghiên cứu trong tương lai. Fleischmann *et al.* (2000) điều tra về việc thiết kế các mạng lưới logistics quá trình phục hồi các sản phẩm đã qua sử dụng và so sánh kết quả đạt được với các cấu trúc truyền thống đã được hình thành từ trước đó. Savaskan *et al.* (2004) nhấn mạnh sự quan trọng của việc lựa chọn cấu trúc kênh thu thập các sản phẩm đã qua sử dụng từ khách hàng đến việc phục hồi sản phẩm. Các mô hình toán được xây dựng để tối ưu hóa lợi ích của chuỗi cung ứng các sản phẩm này. Atasu *et al.* (2008) đã bổ sung các vấn đề liên quan đến nhu cầu vào việc nghiên cứu khả năng thu lợi ích của hệ thống sản xuất phục hồi. Các vấn đề được đề cập bao gồm sự xuất hiện của yêu cầu về các công đoạn xanh, sự cạnh tranh của các nhà máy sản xuất sản phẩm ban đầu và tác động của chu kỳ sống sản phẩm. Tác giả đã tìm thấy những lợi thế cạnh tranh của sản phẩm sản xuất phục hồi trong phân khúc thị trường về giá cả. Lu and Bostel (2007) trình bày một vấn đề liên quan đến xác định vị trí của hệ thống logistics ngược, được gọi là mạng lưới sản xuất phục hồi sản phẩm (remanufacturing network). Tác giả xem xét đồng thời 2 chiều di chuyển của dòng sản phẩm trên quy trình sản xuất và phát triển một giải thuật kinh nghiệm dựa vào giải thuật Lagrangian. Vlachos *et al.* (2007) giải quyết các vấn đề về chính sách hoạch định năng lực hiệu quả cho việc phục hồi các sản phẩm trong chuỗi cung ứng ngược, không chỉ là vấn đề kinh tế mà còn về môi trường, chẳng hạn như các nghĩa vụ quy định trong luật thu hồi và các hiệu ứng "hình ảnh xanh" lên nhu cầu khách hàng. Tại Việt Nam, các nghiên cứu về tái chế và tái sử dụng rác thải điện tử trong nước chưa nhiều, đặc biệt là vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Chương trình Tái chế rác thải điện tử lần đầu tiên với tên gọi Vietnam Recycles (tạm dịch: Việt Nam tái chế) được giới thiệu vào tháng 4/2015. Chương trình này được triển khai với công việc chính là thu hồi và tái chế miễn phí các sản phẩm điện tử bị lỗi hoặc đã qua sử dụng cho cộng đồng tại Việt Nam. Trong nghiên cứu này, các mô hình tuyến tính linear programming-LP được đề xuất nhằm tạo ra một mạng lưới phục hồi hộp mực máy in và máy photocopy đã qua sử dụng từ các cơ quan và trường học trên địa bàn Thành phố Cần Thơ và các vùng lân cận. Kết hợp cùng với các phần mềm chuyên dụng, các kết quả tính toán trong nghiên cứu sẽ giúp lựa chọn cũng như phân bổ hợp lý các địa điểm cần xây dựng, từ đó giúp tối thiểu hóa chi phí và tối đa hóa lợi nhuận.

2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1 Giới thiệu mạng lưới chuỗi cung ứng cho sản phẩm tái chế

Mạng lưới chuỗi cung ứng cho sản phẩm tái chế hay còn gọi là mạng lưới thu hồi sản phẩm, bao gồm việc thu gom các sản phẩm đã qua sử dụng từ

khách hàng đưa đến các trung tâm phân phối hay các kho, sau đó đưa trở lại nhà máy để tái sản xuất (tái chế). Vấn đề được giải quyết trong nghiên cứu này được mô tả trong Hình 1. Mạng lưới bao gồm 4 mức xích: Nhà sản xuất (1), nhà kho (2), trung tâm thu gom (3), vùng khách hàng (4).



Hình 1: Chuỗi cung ứng sản phẩm tái chế

Từ Hình 1, sản phẩm điện tử đã qua sử dụng sẽ được tập kết tại các địa điểm đặt trung tâm thu gom bên cạnh các nhà kho sử dụng cho việc tồn kho các sản phẩm mới.

2.2 Giới thiệu mô hình tuyến tính về tối ưu hoá mạng lưới chuỗi cung ứng

Trong nghiên cứu này, bài toán vận tải - một dạng đặc biệt trong tối ưu hoá quy hoạch tuyến tính được ứng dụng để giải quyết các vấn đề được đưa ra. Một cách chi tiết hơn, mô hình xác định đường đi ngắn nhất với mục tiêu tối thiểu tổng khoảng cách vận chuyển được ứng dụng. Mô hình cơ bản được trình bày như sau:

Hàm mục tiêu: Tối thiểu hóa tổng khoảng cách di chuyển

$$\text{Min } Z = \sum_{i,j=1}^m d_{ij}x_{ij}$$

Ràng buộc:

$$\sum_{j=1}^m (x_{ij} - x_{ji}) = \begin{cases} 0, & \text{nếu } i \in T \\ 1, & \text{nếu } i \in O \\ -1, & \text{nếu } i \in D \end{cases} \quad \forall i \in [1, m]$$

Trong đó:

d_{ij} là khoảng cách vận chuyển từ nút i đến nút j .

x_{ij} là biến (0/1) xác định khi có đường vận chuyển từ nút i đến nút j .

O là tập hợp các điểm nguồn - các điểm bắt đầu khi di chuyển từ nút i đến nút j .

D là tập hợp các điểm đích - các điểm kết thúc khi di chuyển từ nút i đến nút j .

T là tập hợp các điểm trung chuyển - các điểm trung gian khi di chuyển từ nút i đến nút j .

3 MÔ HÌNH TOÁN - TRƯỜNG HỢP ĐIỀN HÌNH

Để giải quyết vấn đề được đưa ra, phương pháp tiếp cận theo trình tự 2 bước được tiếp cận, tương ứng với việc xây dựng 2 mô hình riêng biệt: (1) Xác định các địa điểm tiềm năng cần mở nhà máy, kho hay trung tâm thu gom sản phẩm đã qua sử dụng, và (2) Xác định số lượng và các địa điểm được phép mở thông qua phân tích chi phí và ràng buộc có liên quan. Các mô hình này sẽ được áp dụng vào việc xây dựng mạng lưới trên địa bàn Thành phố Cần Thơ và các vùng lân cận với sản phẩm cụ thể là hộp mực sử dụng trong máy in và máy photocopy với mỗi địa điểm được tính là các trung tâm của các quận/huyện.

3.1 Mô hình 1: Mô hình xác định địa điểm tiềm năng dựa trên lưu lượng vận chuyển

3.1.1 Các tham số sử dụng trong mô hình

d_{ij} : Khoảng cách thực tế từ điểm i đến j .

n_{ij} : Lượng vận chuyển từ điểm i đến j .

c_{ij} : Chi phí vận chuyển đơn vị trên 1 sản phẩm trên 1 km.

p : Chi phí phạt giới hạn số lần vận chuyển qua các địa điểm.

V : Tập hợp các địa điểm i, j . $V = \{1 \dots 19\}$

A : Tập hợp các cung đường (i, j) . $A = \{(1,1); (1,2); \dots; (12,12)\}$.

Các ký hiệu cụ thể về các nút được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1: Ký hiệu các nút với địa điểm tương ứng

Ký hiệu	Quận/ Huyện	Ký hiệu	Quận/ Huyện	Ký hiệu	Quận/ Huyện
i = 1	Bình Thủy	i = 7	Phong Điền	i = 13	Châu Thành A
i = 2	Cái Răng	i = 8	Thới Lai	i = 14	Long Xuyên
i = 3	Ninh Kiều	i = 9	Vĩnh Thạnh	i = 15	Thoại Sơn
i = 4	Ô Môn	i = 10	Bình Tân	i = 16	Tân Hiệp
i = 5	Thốt Nốt	i = 11	Bình Minh	i = 17	Giồng Riềng
i = 6	Cờ Đỏ	i = 12	Châu Thành	i = 18	Lai Vung
				i = 19	Lấp Vò

3.1.2 Các biến quyết định sử dụng trong mô hình

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{Nếu có đường đi từ } i \text{ đến } j \\ 0 & \text{Nếu không có đường đi từ } i \text{ đến } j \end{cases}$$

$$e_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{Nếu số lần qua các điểm lớn hơn hoặc bằng } b \\ 0 & \text{Nếu số lần qua các điểm nhỏ hơn } b \end{cases}$$

y_{ij} : Đường vận chuyển tối ưu từ điểm i đến j .

t_{ij} : Lưu lượng vận chuyển giữa các điểm i đến j .

3.1.3 Mô hình toán

Hàm mục tiêu: Tối thiểu hóa tổng chi phí vận chuyển giữa các địa điểm theo nhu cầu sử dụng:

$$\text{Min } Z = \sum_{(i,j) \in A} n_{ij} \cdot y_{ij} \cdot c_{ij} + \sum_{(i,j) \in A} e_{ij} \cdot p$$

Ràng buộc:

Ràng buộc về điểm nguồn và điểm đích

$$\sum_{j \in V} (x_{ij} - x_{ji}) = \begin{cases} 1 & \text{nếu } i \in O \\ 0 & \text{nếu } i \in T \\ -1 & \text{nếu } i \in D \end{cases} \quad \forall i \in V$$

Ràng buộc về khoảng cách tối ưu

$$\sum_{(i,j) \in A} x_{ij} \cdot d_{ij} = y_{ij}$$

Ràng buộc về giới hạn lưu lượng vận chuyển qua các địa điểm

$$\sum_{(i,j) \in A} x_{ij} \cdot n_{ij} = t_{ij}$$

$$t_{ij} \leq b \quad \forall i, j \in A$$

Bảng 2: Nhu cầu sử dụng hộp mực

Địa điểm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Nhu cầu	296	191	1701	176	90	96	101	105	79	105	130	92	181	364	109	89	115	154	145

Bảng 3: Số chuyến xe vận chuyển theo nhu cầu

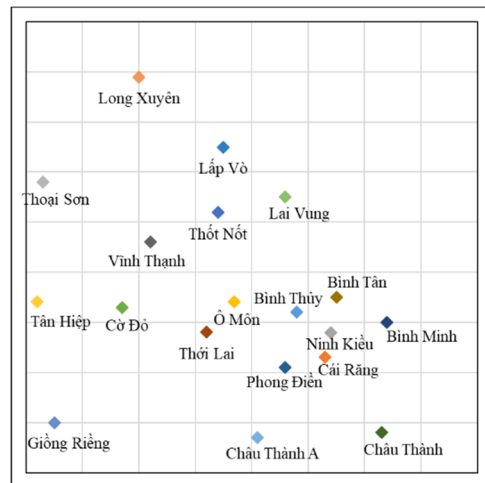
Địa điểm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Số chuyến	6	4	35	4	2	2	3	3	2	3	3	2	4	8	3	2	3	4	3

3.1.4 Các giả thiết áp dụng cho việc giải mô hình

- Tất cả các địa điểm đều có thể được chọn để mở nhà máy, kho, trung tâm thu gom. Số lượng ước tính cần mở sẽ là: 1 nhà máy, 5 kho và 5 trung tâm thu gom.
- Quãng đường có thể vận chuyển giữa 2 địa điểm liền kề nhau không vượt quá 40 km.
- Mỗi chuyến xe chở được 50 hộp mực.
- Số lần qua mỗi địa điểm không vượt quá 50 (b=50), nếu không sẽ chịu chi phí phạt là 100.000 đồng.

3.1.5 Thu thập dữ liệu

Các dữ liệu thu thập qua quá trình khảo sát thực tế được trình bày ở Hình 2, và trong các Bảng 2, 3 và 4.



Hình 2: Tọa độ trung tâm các quận, huyện

Bảng 4: Khoảng cách giữa các địa điểm (ĐVT: Km)

Địa điểm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	0	13	8	15	38	39	20	23	53	30	21	26	31	54	78	65	57	47	53
2	13	0	7	25	48	49	15	33	63	24	16	13	19	64	88	75	62	57	63
3	8	7	0	22	45	46	17	30	60	22	14	20	25	61	85	71	64	55	59
4	15	25	22	0	23	24	17	8	38	44	35	38	33	39	63	50	42	33	38
5	38	48	45	23	0	27	40	30	22	36	44	61	55	17	41	39	52	18	15
6	39	49	46	24	27	0	36	17	14	67	59	62	35	38	39	27	27	42	37
7	20	15	17	17	40	36	0	20	50	36	27	28	17	56	75	63	49	57	55
8	23	33	30	8	30	17	20	0	31	52	43	46	25	47	56	44	35	44	45
9	53	63	60	38	22	14	50	31	0	61	74	76	49	24	25	22	41	40	23
10	30	24	22	44	36	67	36	52	61	0	9	37	43	53	76	78	85	34	45
11	21	16	14	35	44	59	27	43	74	9	0	29	35	59	83	87	78	41	53
12	26	13	20	38	61	62	28	46	76	37	29	0	29	77	101	88	75	70	76
13	31	19	25	33	55	35	17	25	49	43	35	29	0	72	74	60	46	73	70
14	54	64	61	39	17	38	56	47	24	53	59	77	72	0	26	42	65	34	15
15	78	88	85	63	41	39	75	56	25	76	83	101	74	26	0	25	54	56	37
16	65	75	71	50	39	27	63	44	22	78	87	88	60	42	25	0	32	57	40
17	57	62	64	42	52	27	49	35	41	85	78	75	46	65	54	32	0	67	63
18	47	57	55	33	18	42	57	44	40	34	41	70	73	34	56	57	67	0	19
19	53	63	59	38	15	37	55	45	23	45	53	76	70	15	37	40	63	19	0

3.1.6 Kết quả từ việc giải mô hình

Sau khi đưa các số liệu vào mô hình toán đã xây dựng, mô hình viết bằng phần mềm Cplex tích hợp với phần mềm Excel được sử dụng để giải quyết bài toán. Mục tiêu hướng đến là xác định được các vị trí tiềm năng thông qua việc thống kê

số lượt di chuyển qua các địa điểm với giả định là tất cả các địa điểm đều có thể là điểm xuất phát và điểm đến cuối cùng. Kết quả phân tích 11 địa điểm cụ thể sẽ được dự kiến trở thành địa điểm tiềm năng cho việc bố trí các nhà máy, kho và trung tâm thu gom sẽ được thể hiện ở Bảng 5.

Bảng 5: Lưu lượng vận tải qua các địa điểm

STT	Địa điểm	Số lần đi qua	Phân loại địa điểm tiềm năng	Ký hiệu
1	Ô Môn	1042	Nhà máy	M
2	Ninh Kiều	630	Kho 1	W1
3	Thốt Nốt	338	Kho 2	W2
4	Cái Răng	331	Kho 3	W3
5	Cờ Đỏ	315	Kho 4	W4
6	Thới Lai	309	Kho 5	W5
7	Bình Tân	245	Trung tâm thu gom 1	C1
8	Long Xuyên	188	Trung tâm thu gom 2	C2
9	Bình Minh	123	Trung tâm thu gom 3	C3
10	Vĩnh Thạnh	117	Trung tâm thu gom 4	C4
11	Bình Thủy	108	Trung tâm thu gom 5	C5
12	Châu Thành A	159	-	-
13	Phong Điền	147	-	-
14	Châu Thành	127	-	-
15	Lấp Vò	125	-	-
16	Lai Vung	118	-	-
17	Thoại Sơn	116	-	-
18	Giồng Riềng	100	-	-
19	Tân Hiệp	85	-	-

Kết quả từ mô hình 1 sẽ được áp dụng vào mô hình 2 nhằm đưa ra quyết định mở hay không các cơ sở dựa vào chi phí đầu tư và vận hành của các vị trí được chọn.

3.2 Mô hình 2: Mô hình xác định số lượng nhà kho và trung tâm thu gom nên mở

3.2.1 Các tham số sử dụng trong mô hình

a_m : Số lượng sản phẩm có sẵn tại nhà máy.

b_{ij} : Khoảng cách từ i đến j .

C_w^i : Chi phí lắp đặt tại kho.

C_w^{mw} : Chi phí duy trì kho.

C_c^{mc} : Chi phí duy trì trung tâm thu gom.

C_w^{ow} : Chi phí mở kho.

C_c^{oc} : Chi phí mở trung tâm thu gom.

C_w^s : Chi phí phân loại tại kho.

C_{ij}^t : Chi phí vận chuyển trên 1 đơn vị sản phẩm và trên 1 đơn vị khoảng cách từ i đến j .

d_z : Nhu cầu khách hàng vùng.

g : Phần trăm lượng sản phẩm thu hồi có khả năng tái sản xuất.

h_w^w : Chi phí lưu trữ sản phẩm tại kho trên 1 đơn vị sản phẩm.

h_c^c : Chi phí lưu trữ sản phẩm tại trung tâm thu gom trên 1 đơn vị sản phẩm.

i : Lãi suất.

k_w : Khả năng phân loại sản phẩm tại nhà kho.

k_c : Khả năng phân loại sản phẩm tại trung tâm thu gom.

r_z : Phần trăm nhu cầu hoàn trả sản phẩm từ vùng khách hàng.

T : Thời gian giả định chạy mô hình.

(m, c, w lần lượt là các nhà máy, trung tâm thu gom, kho)

3.2.2 Các biến quyết định sử dụng trong mô hình

$$x_w = \begin{cases} 1 & \text{Nếu kho } w \text{ được mở} \\ 0 & \text{Nếu kho } w \text{ không mở} \end{cases}$$

$$y_c = \begin{cases} 1 & \text{Nếu trung tâm thu gom } c \text{ được mở} \\ 0 & \text{Nếu trung tâm thu gom } c \text{ không được mở} \end{cases}$$

$$s_w = \begin{cases} 1 & \text{Nếu nhà kho } w \text{ có khả năng phân loại} \\ 0 & \text{Nếu kho } w \text{ không có khả năng phân loại} \end{cases}$$

q_{ij} = Lượng vận chuyển từ điểm i đến j

3.2.3 Mô hình

Hàm mục tiêu: Tối thiểu hóa tổng chi phí khi lựa chọn địa điểm để đặt nhà máy, kho và trung tâm.

$$\text{Min } Z = \text{Chi phí đầu tư} + \sum_{t=1}^T \text{Chi phí vận hành} \cdot (1 + i)^{-t}$$

Chi phí đầu tư

Chi phí đầu tư = Chi phí mở⁽¹⁾ + Chi phí lắp đặt tại kho⁽²⁾

$$= \left(\sum_{w \in W} c_w^{ow} \cdot x_w + \sum_{c \in C} c_c^{oc} \cdot y_c \right) + \sum_{w \in W} c_w^i \cdot s_w$$

(1) là khoản phí đầu tư ban đầu cho việc mở kho/trung tâm thu gom. (2) là khoản chi phí yêu cầu để thiết lập khả năng phân loại tại kho trong trường hợp sản phẩm thu hồi trực tiếp từ khách hàng đến kho. Ta phân biệt với khả năng phân loại tại trung tâm thu gom, do tất cả các trung tâm thu gom đều có khả năng phân loại nên chi phí lắp đặt tại trung tâm thu gom đã bao gồm trong chi phí mở trung tâm.

Chi phí vận hành

Chi phí vận hành = Chi phí duy trì⁽¹⁾ + Chi phí phân loại⁽²⁾ + Chi phí lưu trữ⁽³⁾ + Chi phí vận chuyển⁽⁴⁾

$$\begin{aligned} &= \left(\sum_{w \in W} c_w^{mw} \cdot x_w + \sum_{c \in C} c_c^{mc} \cdot y_c \right) + \sum_{w \in W} c_w^s \cdot s_w \\ &+ \left[\sum_{w \in W} h_w^w \cdot \left(\sum_{m \in M} \frac{q_{mw}}{2} + \sum_{z \in Z} \frac{q_{zw} \cdot g}{2} + \sum_{c \in C} \frac{q_{cw}}{2} \right) \right. \\ &\quad \left. + \sum_{c \in C} h_c^c \cdot \left(\sum_{z \in Z} \frac{q_{zc} \cdot g}{2} \right) \right] \\ &+ \sum_i \sum_j q_{ij} \cdot b_{ij} \cdot c_{ij}^t \\ &\quad + \sum_{z \in Z} \sum_{w \in W} q_{zw} \cdot b_{zw} \cdot c_{zw}^t \cdot (1 + (1 - g)) \end{aligned}$$

(1) là khoản phí cố định theo thời đoạn để chi trả cho việc duy trì mở kho và trung tâm thu gom. (2) là khoản chi phí chi trả cho hoạt động phân loại các sản phẩm tại kho. (3) bao gồm lưu trữ sản phẩm tại kho và tại trung tâm thu gom c trên 1 đơn vị sản phẩm. (4) chi trả cho quá trình vận chuyển sản phẩm giữa hai địa điểm. Hai địa điểm (i, j) có thể là bất kỳ các cặp (m, w), (w, z), (z, c) hoặc (c, w). Tuy nhiên, khi xác định chi phí vận chuyển từ khách hàng trực tiếp đến kho hàng, ta xem xét thêm sự ảnh hưởng bởi tỷ lệ phần trăm ($1 - g$) các sản phẩm không còn khả năng tái chế và bị loại bỏ trong quá trình phân loại ở trung tâm thu gom trước đó.

Ràng buộc:

Ràng buộc về lưu lượng vận chuyển:

$$\sum_{w \in W} q_{mw} \leq a_m \quad \forall m \in M$$

$$\sum_{m \in M} q_{mw} = \sum_{z \in Z} q_{wz} \quad \forall w \in W$$

$$\sum_{w \in W} q_{wz} = d_z \quad \forall z \in Z$$

$$\sum_{w \in W} q_{zw} + \sum_{c \in C} q_{zc} = r_z \cdot \sum_{w \in W} q_{wz} \quad \forall z \in Z$$

$$\sum_{z \in Z} q_{zc} \cdot g = \sum_{w \in W} q_{cw} \quad \forall c \in C$$

$$\sum_{c \in C} q_{cw} + \sum_{z \in Z} q_{zw} \cdot g = \sum_{m \in M} q_{wm} \quad \forall w \in W$$

Các ràng buộc về giới hạn mở các cơ sở (Trong đó, L là số rất lớn):

$$q_{wj} \leq L \cdot x_w \quad \forall w \in W, j \in Z, M$$

$$q_{iw} \leq L \cdot x_w \quad \forall i \in M, Z, C, w \in W$$

$$q_{cw} \leq L \cdot y_c \quad \forall c \in C, w \in W$$

$$q_{zc} \leq L \cdot y_c \quad \forall z \in Z, c \in C$$

Các ràng buộc cân bằng số lượng kho và lượng vận chuyển đến kho liên quan đến khả năng phân loại: $x_w \geq s_w \quad \forall w \in W$

$$q_{zw} \leq L \cdot s_w \quad \forall w \in W$$

Ràng buộc về sức chứa:

$$\sum_{z \in Z} q_{zw} \leq k_w \quad \forall w \in W$$

$$\sum_{z \in Z} q_{zc} \leq k_c \quad \forall c \in C$$

3.2.4 Các giả thuyết áp dụng cho việc giải mô hình

– Các sản phẩm đã qua sử dụng khi thu hồi được xem là phù hợp để tái sản xuất, trong đó một lượng sản phẩm không đạt yêu cầu tái sản xuất sẽ bị loại bỏ.

– Tất cả các trung tâm thu gom đều có khả năng phân loại. Đối với kho, khả năng này không bắt buộc và xác định khi sản phẩm được thu hồi trực tiếp từ vùng khách hàng đến kho.

– Nhà máy đặt tại Ô Môn có kho chứa, không xem xét khoảng cách, chi phí vận chuyển qua lại giữa kho và nhà máy Ô Môn.

3.2.5 Thu thập dữ liệu

Các chi phí cần thiết được giả định theo hiện giá thực tế tại các địa điểm tiềm năng có thể bố trí nhà kho hoặc trung tâm thu gom. Các giá trị cụ thể về chi phí sẽ được biểu thị trong Bảng 6 và 7 cho việc phân loại định phí đầu tư ban đầu và biến phí

đơn vị để vận hành nhà kho hoặc trung tâm thu gom.

Bảng 6: Chi phí đầu tư

Chi phí đầu tư	Đơn vị: Triệu đồng
Chi phí mở kho	300
Chi phí mở trung tâm thu gom	300
Chi phí cài đặt	60

Bảng 7: Chi phí vận hành

Chi phí vận hành (Triệu đồng)	Nhà Kho	Trung Tâm
Duy trì	40	40
Phân loại	20	-
Lưu trữ	20	20
Vận chuyển (1 sản phẩm /km)	0,0002	0,0002

Trong đó, chi phí vận chuyển đơn vị là 2,000 đồng/sản phẩm/km. Đối với các đoạn đường có tính chi phí BOT (qua mỗi BOT mất 30.000 đồng) thì chi phí vận chuyển đơn vị lúc này sẽ là 2,150 đồng/sản phẩm/km. Giá trị của các tham số khác được thể hiện trong Bảng 8.

Bảng 8: Các tham số khác

Các tham số khác	Giá trị
Khả năng sản xuất của nhà máy (cái)	4320
Phần trăm sản phẩm có thể tái sản xuất	0,9 (90%)
Lãi suất	0,11 (11%)
Phần trăm nhu cầu hoàn trả sản phẩm bởi khách hàng vùng z	0,9 (90%)
Thời gian chạy mô hình (năm)	20

3.2.6 Kết quả mô hình

Kết quả sau khi chạy mô hình bằng phần mềm Cplex tích hợp với phần mềm Excel cho thấy các kho được mở bao gồm Ninh Kiều, Cái Răng, Thốt Nốt, Cờ Đỏ, Thới Lai và các trung tâm thu gom nên mở bao gồm Bình Minh và Bình Thủy. Kết quả cụ thể được thể hiện trong Bảng 9.

Bảng 9: Các quyết định mở kho và trung tâm thu gom

Ký hiệu	Địa điểm	Quyết định	Khả năng phân loại
W1	Ninh Kiều	Có	Có
W2	Cái Răng	Có	Có
W3	Thốt Nốt	Có	Có
W4	Cờ Đỏ	Có	Có
W5	Thới Lai	Có	Có
C1	Bình Tân	Không	-
C2	Long Xuyên	Không	-
C3	Bình Minh	Có	-
C4	Vĩnh Thạnh	Không	-
C5	Bình Thủy	Có	-

Từ Bảng 9, các kết quả về số lượng kho và trung tâm thu gom với các địa điểm cụ thể được lựa chọn. Kết quả này cùng với kết quả được xác định ngay từ mô hình 1 ở Bảng 5, sẽ giúp hoàn thiện mạng lưới chuỗi cung ứng ngược với một nhà máy đặt tại Ô Môn cùng hệ thống 5 nhà kho và 2 trung tâm, tiến hành thu gom tại 19 địa điểm tương ứng với 19 quận/huyện.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Nghiên cứu này tập trung vào việc xây dựng và áp dụng mô hình tuyến tính và tuyến tính nguyên trong việc xây dựng cấu hình của một chuỗi cung ứng ngược cho việc thu gom và tái sản xuất, tái sử dụng sản phẩm hộp mực sử dụng trong máy in và photocopy. Nghiên cứu sử dụng hai phần mềm để giải quyết vấn đề toán là phần mềm Ilog Cplex Studio 12.0 và Microsoft Excel. Dữ liệu về các tham số của mô hình được thu thập trực tiếp từ các trường học, cơ quan và các trường đại học trên địa bàn thành phố Cần Thơ và các quận/huyện lân cận, kết quả cho thấy mô hình được đề xuất là khả thi. Nghiên cứu này chỉ được hình thành với các tham số là xác định, chưa xây dựng được bộ dữ liệu với tham số là bất định và rời rạc. Hy vọng nghiên cứu sẽ được mở rộng và hoàn thiện hơn trong những nghiên cứu sau này.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Trường Đại học Cần Thơ đã tạo điều kiện để thực hiện nghiên cứu này. Nghiên cứu được hỗ trợ bởi đề tài nghiên cứu khoa học của sinh viên, mã số TSV2017-02.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Atasu, A., Sarvary, M., & Van Wassenhove, L. N., 2008. Remanufacturing as a marketing strategy. *Management science*, 54(10): 1731-1746.

Barros, A. I., Dekker, R., & Scholten, V., 1998. A two-level network for recycling sand: a case study. *European Journal of Operational Research*, 110(2): 199-214.

Daskin, M. S., Coullard, C. R., & Shen, Z.-J. M., 2002. An inventory-location model: Formulation, solution algorithm and computational results. *Annals of Operations Research*, 110(1-4): 83-106.

Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Dekker, R., Van der Laan, E., Van Nunen, J. A., & Van Wassenhove, L. N., 1997. Quantitative models for reverse logistics: A review. *European Journal of Operational Research*, 103(1): 1-17.

Fleischmann, M., Krikke, H. R., Dekker, R., & Flapper, S. D. P., 2000. A characterisation of logistics networks for product recovery. *Omega*, 28(6): 653-666.

Guide, Jr, V. D. R., Teunter, R. H., & Van Wassenhove, L. N., 2003. Matching demand and supply to maximize profits from remanufacturing. *Manufacturing & Service Operations Management*, 5(4): 303-316.

Guide, Jr, V. D. R., & Van Wassenhove, L. N., 2001. Managing product returns for remanufacturing. *Production and operations management*, 10(2): 142-155.

Klose, A., & Drexel, A., 2005. Facility location models for distribution system design. *European Journal of Operational Research*, 162(1): 4-29.

Louwers, D., Kip, B. J., Peters, E., Souren, F., & Flapper, S. D. P., 1999. A facility location allocation model for reusing carpet materials. *Computers & Industrial Engineering*, 36(4): 855-869.

Lu, Z., & Bostel, N., 2007. A facility location model for logistics systems including reverse flows: The case of remanufacturing activities. *Computers & Operations Research*, 34(2): 299-323.

Savaskan, R. C., Bhattacharya, S., & Van Wassenhove, L. N., 2004. Closed-loop supply chain models with product remanufacturing. *Management science*, 50(2): 239-252.

Spengler, T., Püchert, H., Penkuhn, T. and Rentz, O., 1997. Environmental integrated production and recycling management. *Produktion und Umwelt*. Springer, pp. 239-257.

Tan, K. C., 2001. A framework of supply chain management literature. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7(1): 39-48.

Vlachos, D., Georgiadis, P. and Iakovou, E., 2007. A system dynamics model for dynamic capacity planning of remanufacturing in closed-loop supply chains. *Computers & Operations Research*, 34(2): 367-394.