

DOI:10.22144/ctujos.2023.216

ỨNG DỤNG COMPROMISE PROGRAMMING VÀ FUZZY PROGRAMMING THIẾT KẾ MẠNG LƯỚI CHUỖI CUNG ỨNG KHÉP KÍN VỚI SỰ BIẾN ĐỘNG VỀ GIÁ NGUYÊN LIỆU VÀ NHU CẦU NHÀ BÁN LẺ

Ngô Đức Tài, Trương Quỳnh Hoa*, Huỳnh Tấn Phong và Khương Thị Tuyết Trinh
 Khoa Quản lý công nghiệp, Trường Bách Khoa, Trường Đại học Cần Thơ

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): tqhoa@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 10/07/2023

Sửa bài (Revised): 06/08/2023

Duyệt đăng (Accepted): 05/09/2023

Title: An application of Compromise Programming and Fuzzy Programming for closed-loop supply chain network design with fluctuation of material price and retailers' demand

Author(s): Ngo Duc Tai, Truong Quynh Hoa*, Huynh Tan Phong and Khuong Thi Tuyet Trinh

Affiliation(s): Can Tho University

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu hoạch định mạng lưới chuỗi cung ứng khép kín xem xét quá trình cung ứng và thu hồi sản phẩm đã qua sử dụng. Một mô hình toán tối ưu tuyến tính nguyên hỗn hợp (MILP) được đề xuất như một cách tiếp cận ban đầu cho bài toán. Sự biến động về giá nguyên liệu và nhu cầu nhà bán lẻ trong chuỗi cung ứng được xem như các tham số bất định trong đề tài. Hai phương pháp được đề xuất là Fuzzy Programming (FP) và Compromise Programming (CP) giúp giải quyết tham số không chắc chắn và tiếp cận mục tiêu thông qua biến đổi mô hình MILP thành mô hình tuyến tính đa mục tiêu (MOLP). Một trường hợp điển hình với mặt hàng vòi nước dùng trong gia đình được áp dụng để kiểm chứng mô hình. Kết quả cho thấy phương pháp CP có thể tìm ra mức độ tối ưu của người ra quyết định và giá trị kỳ vọng của hàm mục tiêu tương ứng ít chịu ảnh hưởng bởi sự chủ quan của người ra quyết định.

Từ khóa: Chuỗi cung ứng khép kín, quy hoạch mờ, quy hoạch thỏa hiệp, thiết kế mạng lưới

ABSTRACT

The purpose of this study is to design a closed-loop supply chain network considering the processes of supplying and recovering used products. A Mixed Integer Linear Programming model (MILP) is proposed as an initial approach to the problem. Fluctuations in raw material prices and retailer demand within the chain supply are taken into account as uncertain factors in this research. To address the problem, Compromise Programming (CP) and Fuzzy Programming (FP) techniques are utilized, which involve transforming MILP model into a model known as Multi Objective Linear Programming (MOLP). A case study of household faucets is applied to test the model. Results indicate that the CP method effectively identifies the optimal level for the decision maker, and the expected value of the corresponding objective function is not significantly affected by the arbitrariness of the decision maker.

Keywords: Closed-loop supply chain, Compromise Programming method, Fuzzy Programming, network design

1. GIỚI THIỆU

Trong nhiều thập kỷ qua, quản trị chuỗi cung ứng ngày càng đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển của nền kinh tế thị trường. Tuy nhiên, do tính chất phức tạp, dễ thay đổi theo thời gian và sự khác biệt về mục tiêu của từng mắt xích nên quá trình thiết kế và hoạch định chuỗi cung ứng cũng trở nên khó khăn. Thiết kế chuỗi cung ứng (SCD) là quá trình xây dựng các hoạt động chiến lược và mô hình hóa chuỗi cung ứng để nắm rõ chi phí, thời gian đưa hàng hóa, dịch vụ ra thị trường trong một tổ chức có sẵn nguồn lực. Bài toán đã được rất nhiều nhà nghiên cứu quan tâm và cho là chiến lược toàn diện nhất để giải quyết các vấn đề tối ưu trong chuỗi cung ứng một cách hiệu quả và lâu dài. Allaoui et al. (2018) đã đề xuất một phương pháp tiếp cận hai giai đoạn trong việc SCD thực phẩm. Giai đoạn đầu dùng phân tích quá trình phân cấp (AHP) kết hợp trung bình đặt hàng có trọng số (OWA) và giai đoạn hai áp dụng mô hình MILP để giải bài toán đa mục tiêu. Mạng lưới chuỗi cung ứng có thể lớn và phức tạp, vì nó có thể liên quan đến nhiều công ty riêng lẻ và nhiều quy trình và hoạt động khác nhau. Wang et al. (2019) cho rằng việc hoạch định nguồn nguyên liệu rất quan trọng để đáp ứng nhu cầu thị trường. Một mô hình MILP tối ưu hóa hệ thống hai giai đoạn được đề xuất kết nối nhiều kho với nhau dưới tác động của nhu cầu không chắc chắn. Việc lập kế hoạch cho nhà sản xuất, trung tâm phân phối và nhà bán lẻ đã được Tao et al. (2020) đề cập trong nghiên cứu của mình. Nghiên cứu đưa ra hai giai đoạn, ở giai đoạn đầu mục tiêu là giảm chi phí cố định thiết lập các cơ sở, giai đoạn thứ hai xem xét đến các hoạt động vận chuyển.

Các nghiên cứu về SCD xem xét các tác động môi trường càng nhận được nhiều quan tâm hơn thông qua khái niệm chuỗi cung ứng khép kín. Trong đó, chuỗi cung ứng khép kín, chuỗi cung ứng tái chế, chuỗi cung ứng xanh,... là các mô hình chuỗi cung ứng với mục đích tái chế lại sản phẩm đã qua sử dụng hay tối thiểu hóa lượng phát thải. Diên hình Subulan et al. (2015) đã có nghiên cứu về chuỗi cung ứng pin chì/axít, trong chuỗi cung ứng này các nhà sản xuất tạo ra pin bằng nguyên liệu thô nhận được từ các nhà cung cấp và gửi pin đến các trung tâm phân phối, sau đó pin sẽ được vận chuyển đến các nhà bán lẻ. Tuy nhiên, trong dòng vận chuyển ngược, pin đã qua sử dụng được gửi trở lại trung tâm thu gom và tái chế. Sau khi kiểm tra, pin có thể tái chế được chuyển đến các trung tâm tái chế được cấp phép. Ngoài ra, Safaei et al. (2017) đã nghiên cứu SCD bia carton khép kín với mô hình MILP. Đề tài

xem xét lựa chọn mở một trung tâm tái chế và tối ưu hóa lượng giấy trong quá trình sản xuất. Kết quả cho thấy trung tâm thu gom thứ ba được đề xuất mở với kỳ vọng mức thu gom giấy thải là 28%. Theo đó, Sahebjamnia et al. (2018) với nghiên cứu tương tự trong mô hình tối ưu hóa chuỗi cung ứng lớp xe khép kín mục đích tối ưu hóa tổng chi phí, tác động của việc thành lập cơ sở sản xuất và vận chuyển. Điểm nổi bật trong nghiên cứu là dùng các giải thuật metaheuristic để tối ưu hóa bài toán. Tổng thể cho thấy có khá nhiều nghiên cứu về vấn đề môi trường và hầu như đều xem xét tới vấn đề kinh tế. Nhìn chung, các nghiên cứu đã có xu hướng tối ưu hóa chuỗi cung ứng của mình gắn kết với các vấn đề khách quan của môi trường vì mục đích chung của cộng đồng cũng như chi phí phải trả về thuế môi trường ngày càng cao.

Một trong những cách tiếp cận phổ biến nhất trong các bài toán thiết kế mạng lưới là mô hình hóa bằng mô hình quy hoạch tuyến tính (Linear Programming - LP). Hoạch định chuỗi cung ứng bằng quy hoạch tuyến tính đã được phát triển thành bài toán quy hoạch nguyên hỗn hợp (MILP) và mở rộng hơn là bài toán quy hoạch đa mục tiêu (MOLP) được ứng dụng rộng rãi trong tối ưu hóa mạng lưới chuỗi cung ứng. Một vấn đề rất khó khăn cho những nhà nghiên cứu khi dùng các mô hình toán quy hoạch để giải quyết các bài toán là việc xem xét đồng thời nhiều yếu tố, tham số trong cùng một mô hình sẽ làm gia tăng tính phức tạp của mô hình cũng như giải thuật để tìm lời giải. Ngoài ra, sự thay đổi liên tục của các yếu tố trong chuỗi cung ứng như: nhu cầu, sản lượng, giá bán, chi phí,... cũng ảnh hưởng đến quá trình hoạch định mạng lưới. Trong khi đó, nếu các yếu tố này được kiểm soát rõ ràng và hợp lý có thể cắt giảm được nhiều chi phí và tăng lợi nhuận cho doanh nghiệp. Trong nhiều trường hợp, các nhà nghiên cứu thường sẽ đơn giản hóa hoặc giảm bớt một số yếu tố hoặc tham số để bài toán dễ giải hơn. Farahani et al. (2014) cho rằng thiết kế hệ thống nên xem xét nhiều yếu tố, mục tiêu của bài toán phải cụ thể và thực tế gắn với vấn đề của từng doanh nghiệp. Hơn nữa, không có mô hình tổng quát cho tất cả các tình huống và việc nghiên cứu bằng mô hình toán là không có giới hạn (Matinrad et al., 2013).

Các nghiên cứu về tham số bất định đều cho rằng các tham số bất định đều được xét bởi một hàm phân bố như hàm tam giác (Gani et al., 2012) hay hàm hình thang (Chen, 1998). Khi hàm đơn mục tiêu phụ thuộc vào tham số bất định tuân theo các hàm phân bố này, tương ứng với mỗi biến cố của hàm phân bố ta hình thành được một hàm mục tiêu mới, từ đó bài

toán đơn mục tiêu trở thành bài toán đa mục tiêu. Theo đó, Jadidi et al. (2014) đã đề xuất một mô hình tối ưu hóa với ba hàm mục tiêu về giá sản phẩm, tỷ lệ lỗi của lô hàng và thời gian giao hàng, trong nghiên cứu này, các phương pháp Compromise Programming (CP), Fuzzy Programming (FP), TOPSIS, Weighted Objectives,... được đề xuất để kiểm chứng khả năng tối ưu của mô hình. Trong các phương pháp đó, FP là một kỹ thuật đơn giản để tối ưu hóa bài toán đa mục tiêu do các vấn đề tham số bất định gây ra dựa trên bình quân có trọng số của các hàm mục tiêu thành phần, một nghiên cứu về các tham số bất định trong sử dụng năng lượng được giải quyết bởi mô hình tuyến tính được đưa ra bởi Hocine et al. (2018) đã đưa ra một số phương pháp giải quyết vấn đề đa mục tiêu, trong đó có FP. Ngoài ra, CP cũng được xem là một phương pháp hiệu quả trong giải quyết bài toán đa mục tiêu phụ thuộc vào tham số bất định được phát triển bởi Yu (1985) và Zeleny (1973). Dựa vào cơ sở ban đầu về CP, Parra et al. (2005) đã đưa ra khái niệm giải pháp lý tưởng trong nghiên cứu của mình dựa vào sự ưa thích của nhà ra quyết định.

Phần lớn các nghiên cứu xây dựng mô hình quy hoạch đều giải quyết nhờ vào tính ứng dụng cao của một số công cụ điển hình như CPLEX, Lingo, GAMS, MATLAB,... Lee et al. (2010) cũng đề xuất trình lập ngẫu nhiên thiết kế mạng lưới hậu cần bền vững trong điều kiện không chắc chắn. Công cụ CPLEX được đề xuất để chứng minh tầm quan trọng của mô hình ngẫu nhiên đã phát triển và hiệu quả của giải pháp. Allaoui et al. (2021) đã giới thiệu một công cụ thiết kế mạng lưới chuỗi cung ứng là MNDDTA (Multi-Neighborhoods Descent Traversal Algorithm) để bổ sung cách giải quyết các mô hình phức tạp. Trên thực tế, khi tối ưu hóa một vấn đề sản xuất hay dịch vụ, các thông số có được không phải lúc nào cũng rõ ràng và cố định, gây khó khăn trong việc giải quyết các vấn đề thực tế cũng như việc ra quyết định. Ezzati et al. (2015) đã chuyển đổi mô hình tham số mờ về hàm tương đương và giải bằng phương pháp Lexicographic. Tuy nhiên điểm chung lớn nhất của các phương pháp trên là tìm ra giải pháp gần với giải pháp lý tưởng.

Bảng 1. Tổng quan về các nghiên cứu liên quan

Nghiên cứu	Phương pháp* và vấn đề**				
	DSC	MILP	CL	FP/CP	FM
Allaoui et al. (2018)	X	X			
Wang et al. (2019)		X			X
Tao et al. (2020)	X	X	X		
Subulan et al. (2015)	X	X	X		X
Safaei et al. (2017)	X	X	X		
Sahebjamnia et al. (2018)	X	X	X		
Farahani et al. (2014)	X	X			
Matinrad et al. (2013)	X	X			
Gani et al. (2012)		X		X	X
Chen (1998)		X		X	X
Jadidi et al. (2014)	X	X		X	X
Hocine et al. (2018)		X		X	X
Yu (1985)		X		X	X
Zeleny (1973)		X		X	X
Parra et al. (2005)		X		X	X
Lee et al. (2010)	X	X			X
Allaoui et al. (2021)	X	X			
Ezzati et al. (2015)		X			X
Gholipoor et al. (2019)	X	X	X		X
Nghiên cứu này (2023)	X	X	X	X	X

DSC**: Thiết kế chuỗi cung ứng
MILP*: Mô hình tuyến tính nguyên hỗn hợp
CL**: Thu hồi
FP/CP*: Phương pháp FP, phương pháp CP
FM**: Tham số bất định

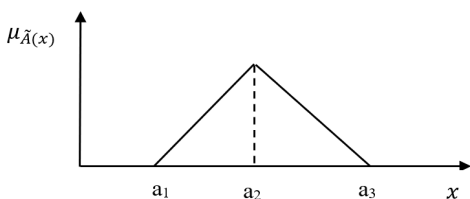
Theo thống kê từ Bộ Công Thương được công bố tại mof.gov.vn, quy mô thị trường ngành hàng gia dụng ước tính lên đến 12,5 – 13 tỷ USD, đứng thứ tư về quy mô tiêu dùng trong 11 nhóm ngành hàng chính và tiếp tục tăng cao cho đến năm 2025. Ngành hàng tiêu dùng ở Việt Nam đang được nhiều nhà đầu tư nước ngoài chú ý như Hàn Quốc, Đài Loan, Nhật Bản. Đứng trước những cơ hội và thách thức đó, việc tái thiết kế và hoạch định chuỗi cung ứng là cần thiết giúp cho doanh nghiệp Việt Nam nắm bắt được thế mạnh về thị trường cũng như nguồn nguyên liệu. Bên cạnh đó, ở góc độ doanh nghiệp, chuỗi cung ứng khép kín nằm trong chiến lược tạo ra một mô hình kinh doanh cạnh tranh nhưng vẫn đảm bảo sử dụng hiệu quả nguồn lực sinh thái tự nhiên. Các chuỗi cung ứng như thế khá mới mẻ và ít được áp dụng ở thị trường Việt Nam. Ở các nghiên cứu trước đó, mô hình MILP được sử dụng rộng rãi trong tối ưu hóa chuỗi cung ứng nhưng có rất ít nghiên cứu về tác động của tham số bất định và sử dụng các phương pháp giải tham số bất định. Bảng 1 trình bày các nghiên cứu có liên quan đến đề tài. Trong nghiên cứu này, một mô hình tối đa hóa lợi nhuận chuỗi cung ứng khép kín xem xét sự biến động về giá nguyên liệu, nhu cầu nhà bán lẻ được đề xuất. Mô hình có thể đảm bảo nguồn nguyên liệu ổn định và giảm phát thải môi trường, góp phần đưa hoạt động sản xuất gắn kết với bảo vệ môi trường mà vẫn đảm bảo tối ưu hóa lợi nhuận.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp Fuzzy Programming (FP)

Trong bài toán quy hoạch tuyến tính, các đầu vào dữ liệu như nhu cầu, chi phí, khả năng sản xuất và nguồn lực là rất quan trọng. Tuy nhiên, không phải lúc nào ta cũng xác định được tất cả các số liệu trên. Để tăng tính xác thực của bài toán, các dữ liệu đầu vào này sẽ được xem xét dưới dạng số mờ và tuân theo hàm phân bố nào đó. Trong các loại hàm phân bố, phổ biến hơn hết là hàm tam giác vì tính hiệu quả trong tính toán và thu thập dữ liệu.

Một số mờ $A = (a_1, a_2, a_3)$ được gọi là tập số mờ tam giác, với a_1, a_2, a_3 lần lượt là các giá trị bi quan, thường gặp và lạc quan. Đồ thị của tập mờ tam giác biểu thị như Hình 1.



Hình 1. Đồ thị phân bố tam giác số mờ A

Mối quan hệ giữa phần tử và tập mờ A được đặc trưng bởi một hàm thuộc (MF-Membership Function) $\mu_{\tilde{A}}(x)$. Theo Gani et al. (2012), giá trị MF chỉ mức độ phụ thuộc của phần tử lên tập hợp và thường nằm trong đoạn $[0;1]$. Hàm MF được trình bày theo biểu thức:

$$u = \mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0 & x < a_1 \\ g_a = \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} & a_1 \leq x \leq a_2 \\ h_a = \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2} & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & x > a_3 \end{cases}$$

Khoảng mong đợi của một số mờ EI(A):

$$EI(A) = [E_1^a, E_2^a] = \left[\int_0^1 g_a^{-1}(u)du, \int_0^1 h_a^{-1}(u)du \right]$$

Giá trị mong đợi EV(A) là điểm nằm giữa khoảng mong đợi EI(A)

$$EV(A) = \frac{E_1^a + E_2^a}{2}$$

Khi áp dụng phân bố tam giác thì khoảng mong đợi EI(A) và giá trị mong đợi EV(A) của tập mờ sẽ là

$$EI(A) = \left[\frac{a_1 + a_2}{2}, \frac{a_2 + a_3}{2} \right]$$

$$EV(A) = \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{a_2 + a_3}{2} \right] \times \frac{1}{2} = \frac{a_1 + 2.a_2 + a_3}{4}$$

Trong đó, EV(A) là giá trị trung bình giữa giá trị kỳ vọng bên trái và bên phải. Trên thực tế, ta có thể tích hợp mức độ tối ưu của người ra quyết định khi tính giá trị mong đợi của số mờ. Gọi $\delta = [0; 1]$ cho biết mức độ tối ưu của người ra quyết định.

$$EV_\delta = \delta \times EI(A)^R + (1 - \delta) \times EI(A)^L$$

Với $EI(A)^R$ và $EI(A)^L$ là khoảng mong đợi phải và trái của số mờ A (tương ứng với E_1^a, E_2^a).

Các hàm mục tiêu và ràng buộc sẽ được chuyển thành các hàm tương đương có chứa số mờ.

$$\left[(1 - \gamma).E_2^a + \gamma.E_1^a \right].x \geq \gamma.E_2^b + (1 - \gamma).E_1^b$$

Trong đó:

+ a, b là các số mờ,

+ γ là mức độ khả thi của ràng buộc.

2.2. Phương pháp Compromise Programming (CP)

CP là cách tiếp cận với mô hình tham số mờ thông qua lựa chọn thay thế tùy theo khoảng cách gần với điểm lý tưởng của mô hình được phát triển bởi Zeleny (1973) và Yu (1985). Phương án tốt nhất là phương án có khoảng cách đến điểm lý tưởng gần nhất trong tất cả các giải pháp hiệu quả (Parra et al., 2005). Với bộ số mờ $\tilde{A} = (E_1^a, E_2^a, E_3^a)$ và $\tilde{B} = (E_1^b, E_2^b, E_3^b)$, β là tham số thể hiện mức độ thỏa mãn của người ra quyết định, β_0 là tham số thể hiện mức độ thỏa mãn tối thiểu của người ra quyết định. Mô hình đơn mục tiêu ban đầu được chuyển đổi thành mô hình đa mục tiêu có dạng:

Hàm mục tiêu:

Minimize/Maximize $z(x) = \tilde{c}x$

Minimize L_p

Maximize β

Ràng buộc:

$$[(1 - \beta).E_2^a + \beta.E_1^a].x \geq \beta.E_2^b + (1 - \beta).E_1^b$$

$$\beta_0 \leq \beta \leq 1$$

Để áp dụng phương pháp CP giải quyết vấn đề tham số bất định ta cần lập được bảng Payoff. Bảng Payoff được sử dụng trong kinh tế học và kinh doanh để hiển thị các kết quả có thể có của một quyết định, thường được sử dụng để so sánh các quyết định khác nhau khi có nhiều kết quả có thể có và không có thông tin chắc chắn về kết quả nào sẽ xảy ra. Giá trị trên bảng Payoff được dựa trên từng mục tiêu trong điều kiện tiêu cực, bình thường và tích cực.

Bảng 2. Ma trận Payoff

	Hàm mục tiêu	Mức độ kỳ vọng
Hàm mục tiêu	$z(\beta_0)$	β_0
Mức độ kỳ vọng	$z(1)$	1

Phần tử ở giữa đường chéo $(\tilde{z}(\beta_0), \tilde{z}(1))$ được tạo thành từ những điểm lý tưởng.

Gọi d_1 và d_2 là khoảng cách giữa $\tilde{z}(x)$ đến $\tilde{z}(\beta_0)$ và β đến 1.

$$d_1(\tilde{z}(x), \tilde{z}(\beta_0)) = |EV(\tilde{z}(x)) - EV(\tilde{z}(\beta_0))|$$

$$d_2(\beta_0, 1) = 1 - \beta$$

Vì các giá trị hàm mục tiêu có đơn vị khác nhau nên ta cần đồng nhất khoảng cách các mục tiêu:

$$d_1 = \frac{EV_z - EV(\tilde{z}(\beta_0))}{EV(\tilde{z}(1)) - EV(\tilde{z}(\beta_0))}$$

$$d_2 = \frac{1 - \beta}{1 - \beta_0}$$

Khoảng cách giữa các mục tiêu và giải pháp lý tưởng được thể hiện bởi L_p -metrics hay còn gọi là Manhattan distance với $0 < p \leq \infty$ thể hiện mức phức tạp của độ lệch giữa các hàm mục tiêu, w là trọng số thể hiện mức độ quan trọng của hàm mục tiêu.

$$L_p = \left[\sum_{k=1}^k (w_k . d_k)^p \right]^{\frac{1}{p}}$$

Khi đó, mô hình chứa tham số mờ được biến đổi theo β -Compromise solution như sau:

Hàm mục tiêu:

Minimize L_p

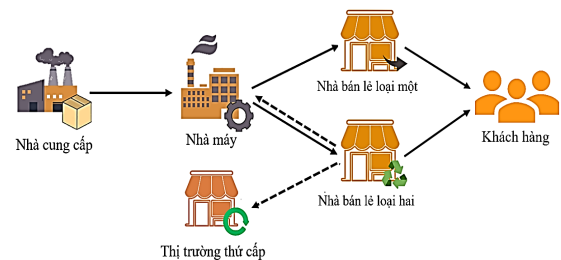
Ràng buộc:

$$[(1 - \beta).E_2^a + \beta.E_1^a].x \geq \beta.E_2^b + (1 - \beta).E_1^b$$

$$\beta_0 \leq \beta \leq 1$$

3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH

Ở chiều thuận của dòng sản phẩm, chuỗi cung ứng bắt đầu từ nhà cung cấp đến nhà máy, nhà bán lẻ loại một và nhà bán lẻ loại hai. Tại nhà bán lẻ loại hai, sản phẩm đã qua sử dụng được trao đổi với sản phẩm mới. Hơn nữa, khách hàng tham gia gói trao đổi sẽ được giảm giá cố định $\varphi\%$ giá tương ứng với số lượng sản phẩm trao đổi. Ở chiều ngược, sản phẩm được thu hồi từ nhà bán lẻ loại hai, sản phẩm còn giá trị sử dụng được tiêu thụ qua thị trường thứ cấp, sản phẩm hư hỏng được đưa đến nhà máy để thu hồi nguyên liệu đồng thau (Gholipoor et al., 2019).



Hình 2. Cấu trúc chuỗi cung ứng khép kín

Cấu trúc chuỗi cung ứng xem xét trong nghiên cứu được trình bày qua Hình 2.

3.1. Giả định

– Mỗi nhà cung cấp có thể cung cấp nhiều loại nguyên liệu thô và lượng nguyên liệu thô là hạn chế.

– Nhà máy sản xuất có ba loại kho: kho nguyên liệu, kho thành phẩm và kho sản phẩm đã qua sử dụng. Sức chứa của mỗi kho là hạn chế.

– Hai loại nhà bán lẻ được giả định trong bài toán. Nhà bán lẻ loại một không thực hiện kế hoạch trao đổi và nhà bán lẻ loại hai thực hiện kế hoạch trao đổi, chi phí tồn kho ở mỗi nhà bán lẻ không đáng kể.

– Có hai nhóm khách hàng cho các nhà bán lẻ loại hai. Những khách hàng tham gia chương trình trao đổi và những người mua bình thường.

– Những khách hàng sử dụng gói trao đổi mua sản phẩm mới nhận được chiết khấu. Khách hàng cũng có thể cung cấp sản phẩm đã qua sử dụng của các thương hiệu khác để tham gia gói trao đổi. Chi đồng thau của các sản phẩm trả lại được tái chế do các vật liệu khác không mang giá trị kinh tế.

– Chất lượng sản phẩm được sản xuất từ đồng thau của sản phẩm trả lại và chất lượng sản phẩm được sản xuất từ đồng thau nguyên liệu thu mua là như nhau.

– Ở thị trường thứ cấp, sản phẩm đã qua sử dụng được bán dựa theo đơn vị sản phẩm.

3.2. Xây dựng mô hình

3.2.1. Tập hợp

S Tập hợp nhà cung cấp

M Tập hợp nhà máy sản xuất

K Tập hợp nhà bán lẻ loại một

L Tập hợp nhà bán lẻ loại hai

I Tập hợp thị trường thứ cấp

P Tập hợp sản phẩm

R Tập hợp nguyên liệu thô

T Tập hợp thời đoạn đang xét

3.2.2. Tham số

$D_{p,k,t}$ Nhu cầu sản phẩm p tại nhà bán lẻ loại một k trong thời đoạn t . (chiếc)

$d_{p,l,t}$ Nhu cầu sản phẩm p tại nhà bán lẻ loại hai l trong thời đoạn t . (chiếc)

α Tỷ lệ khách hàng đã tham gia gói trao đổi.

ε Tỷ lệ đồng thau có thể tái chế trong mỗi sản phẩm đã qua sử dụng trả lại.

φ Tỷ lệ chiết khấu trong kế hoạch trao đổi.

θ Tỷ lệ tồn kho an toàn.

$cas_{s,r,t}$ Năng lực của nhà cung cấp s có thể cung cấp nguyên liệu r trong thời đoạn t .

$bom_{r,p}$ Lượng nguyên liệu thô r sử dụng để sản xuất sản phẩm p .

ra_r Khối lượng đơn vị nguyên liệu thô r . (gam)

$pra_{r,s,t}$ Giá bán đơn vị nguyên liệu thô r tại nhà cung cấp s trong thời đoạn t . (VNĐ)

$pp_{p,t}$ Giá bán đơn vị sản phẩm p của nhà bán lẻ trong thời đoạn t . (VNĐ)

pr_t Giá bán đơn vị sản phẩm đã qua sử dụng tại thị trường thứ cấp trong thời đoạn t . (VNĐ)

$cpp_{p,t}$ Chi phí sản xuất đơn vị sản phẩm p của nhà máy trong thời đoạn t . (VNĐ)

car_m Sức chứa của kho nguyên liệu tại nhà máy m . (gam)

cap_m Sức chứa kho thành phẩm tại nhà máy m . (chiếc)

cr_m Sức chứa kho sản phẩm đã qua sử dụng trả lại tại nhà máy m . (chiếc)

fix_s Chi phí hợp đồng cố định với nhà cung cấp s . (VNĐ)

$w_{p,t}$ Chi phí tồn kho đơn vị sản phẩm p trong thời đoạn t . (VNĐ)

$w_{r,t}$ Chi phí tồn kho nguyên liệu thô r trong thời đoạn t . (VNĐ)

$\rho_{m,t}$ Thời gian sản xuất tại nhà máy m trong thời đoạn t . (phút)

σ_p Thời gian chu kỳ sản xuất sản phẩm p . (phút)

$ta_{r,s,m,t}$ Chi phí vận chuyển đơn vị nguyên liệu thô r từ nhà cung cấp s đến nhà máy m trong thời đoạn t . (VNĐ)

$tb_{p,m,k,t}$ Chi phí vận chuyển đơn vị sản phẩm p từ nhà máy m đến nhà bán lẻ loại một k trong thời đoạn t . (VNĐ)

$tc_{p,m,l,t}$ Chi phí vận chuyển đơn vị sản phẩm p từ nhà máy m đến nhà bán lẻ loại hai l trong thời đoạn t . (VNĐ)

$td_{l,m,t}$ Chi phí vận chuyển đơn vị sản phẩm đã qua sử dụng từ nhà bán lẻ loại hai l đến nhà máy m trong thời đoạn t . (VNĐ)

$te_{l,i,t}$ Chi phí vận chuyển đơn vị sản phẩm đã qua sử dụng từ nhà bán lẻ loại hai l đến thị trường thứ cấp i trong thời đoạn t . (VNĐ)

3.2.3. Biến

$RA_{r,s,m,t}$ Lượng nguyên liệu thô r từ nhà cung cấp s đến nhà máy m trong thời đoạn t . (đơn vị nguyên liệu)

$X_{p,m,k,t}$ Lượng sản phẩm p được vận chuyển từ nhà máy m đến nhà bán lẻ loại một k trong thời đoạn t . (chiếc)

$Y_{p,m,l,t}$ Lượng sản phẩm p được vận chuyển từ nhà máy m đến nhà bán lẻ loại hai l trong thời đoạn t . (chiếc)

$W_{l,m,t}$ Lượng sản phẩm đã qua sử dụng được vận chuyển từ nhà bán lẻ loại hai l đến nhà máy m trong thời đoạn t . (chiếc)

$Z_{l,i,t}$ Lượng sản phẩm đã qua sử dụng được vận chuyển từ nhà bán lẻ loại hai l đến thị trường thứ cấp i trong thời đoạn t . (chiếc)

$E_{p,m,t}$ Tồn kho sản phẩm p tại nhà máy m cuối kỳ t . (chiếc)

$F_{r,m,t}$ Tồn kho nguyên liệu thô r tại nhà máy m cuối kỳ t . (đơn vị nguyên liệu)

$QM_{p,m,t}$ Lượng sản phẩm p được sản xuất tại nhà máy m trong thời đoạn t . (chiếc)

$RL_{l,t}$ Lượng sản phẩm đã qua sử dụng được trả lại cho nhà bán lẻ loại hai l trong thời đoạn t . (chiếc)

y_s Biến lựa chọn nhà cung cấp (=1, nếu nhà cung cấp được chọn để cung cấp nguyên liệu thô; =0, ngược lại)

3.2.4. Mô hình toán

Mục tiêu của mô hình là tối đa hóa lợi nhuận của chuỗi cung ứng thu hồi sản phẩm, hàm mục tiêu bao gồm 9 thành phần liên quan đến doanh thu và chi phí.

Maximize

$$z = DT_{(RE1,RE2,TDRE2,TC)} - CP_{(NL,SX,CD,VC,TK)} \quad (1)$$

DT_{RE1} là doanh thu khi bán sản phẩm cho nhà bán lẻ loại một (RE1)

$$DT_{RE1} = \sum_{p \in P} \sum_{m \in M} \sum_{k \in K} \sum_{t \in T} X_{pmkt} \cdot pp_{pt} \quad (2)$$

DT_{RE2} là doanh thu khi bán sản phẩm cho nhà bán lẻ loại hai (RE2)

$$DT_{RE2} = (1 - \alpha) \cdot \sum_{p \in P} \sum_{m \in M} \sum_{l \in L} \sum_{t \in T} Y_{pmlt} \cdot pp_{pt} \quad (3)$$

DT_{TDRE2} là doanh thu khi thực hiện kế hoạch trao đổi tại nhà bán lẻ loại hai (RE2)

$$DT_{TDRE2} = \alpha \cdot \sum_{p \in P} \sum_{m \in M} \sum_{l \in L} \sum_{t \in T} Y_{pmlt} \cdot pp_{pt} \cdot (1 - \varphi) \quad (4)$$

DT_{TC} là doanh thu từ việc bán sản phẩm cho thị trường thứ cấp

$$DT_{TC} = \sum_{l \in L} \sum_{i \in I} \sum_{t \in T} Z_{lit} \cdot pr_i \quad (5)$$

CP_{NL} là chi phí mua nguyên liệu từ nhà cung cấp nguyên liệu

$$CP_{NL} = \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \sum_{m \in M} \sum_{t \in T} RA_{rsmt} \cdot pra_{rst} \quad (6)$$

CP_{SX} là chi phí sản xuất trên một đơn vị sản phẩm

$$CP_{SX} = \sum_{p \in P} \sum_{m \in M} \sum_{t \in T} QM_{pmt} \cdot cp_{pt} \quad (7)$$

CP_{CD} là chi phí cố định của hợp đồng với nhà cung cấp

$$CP_{VC} = \sum_{s \in S} y_s \cdot fix_s \quad (8)$$

CP_{VC} là chi phí vận chuyển nguyên liệu và sản phẩm của các đơn vị trong chuỗi cung ứng

$$\begin{aligned} CP_{VC} = & \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \sum_{m \in M} \sum_{t \in T} RA_{rsmt} \cdot ta_{rsmt} \\ & + \sum_{p \in P} \sum_{m \in M} \sum_{k \in K} \sum_{t \in T} X_{pmkt} \cdot tb_{pmkt} \\ & + \sum_{p \in P} \sum_{m \in M} \sum_{l \in L} \sum_{t \in T} Y_{pmlt} \cdot tc_{pmlt} \\ & + \sum_{l \in L} \sum_{m \in M} \sum_{t \in T} W_{lmt} \cdot td_{lmt} + \sum_{l \in L} \sum_{i \in I} \sum_{t \in T} Z_{lit} \cdot te_{lit} \end{aligned} \quad (9)$$

CP_{TK} là chi phí tồn kho nguyên của nguyên vật liệu và sản phẩm

$$CP_{TK} = \sum_{p \in P} \sum_{m \in M} \sum_{t \in T} E_{pmt} \cdot w_{pt} + \sum_{r \in R} \sum_{m \in M} \sum_{t \in T} F_{rmt} \cdot w_{rt} \quad (10)$$

Các ràng buộc được thiết lập từ công thức (11) đến (31).

Ràng buộc về nhu cầu khách hàng tại nhà bán lẻ:

$$\sum_{m \in M} X_{pmkt} \geq D_{pkt} \quad \forall p, k, t \quad (11)$$

$$\sum_{m \in M} Y_{pmlt} \geq d_{plt} \quad \forall p, l, t \quad (12)$$

Số lượng sản phẩm được trao đổi ở nhà bán lẻ loại hai, tổng lượng sản phẩm thu hồi tái chế và lượng sản phẩm ở thị trường thứ cấp bằng tổng lượng sản phẩm được trao đổi:

$$RL_{lt} = \alpha \cdot \sum_{p \in P} \sum_{m \in M} Y_{pmlt} \quad \forall l, t \quad (13)$$

$$RL_{lt} = \sum_{m \in M} W_{lmt} + \sum_{i \in I} Z_{lit} \quad \forall l, t \quad (14)$$

Lượng tồn kho sản phẩm và lượng tồn kho nguyên liệu:

$$E_{pmt} = E_{pm,t-1} + QM_{pmt} - \sum_{k \in K} X_{pmkt} - \sum_{l \in L} Y_{pmlt} \quad \forall p, m, t > 1 \quad (15)$$

$$F_{rmt} = F_{rm,t-1} + \sum_{s \in S} RA_{rsmt} - \sum_{p \in P} QM_{pmt} \cdot bom_{rp} \quad \forall r \neq 1, m, t > 1 \quad (16)$$

Lượng đồng được tái chế từ sản phẩm đã qua sử dụng:

$$F_{rmt} = F_{rm,t-1} + \sum_{s \in S} RA_{rsmt} + \left(\varepsilon \cdot \sum_{l \in L} W_{lmt} \right) - \sum_{p \in P} QM_{pmt} \cdot bom_{rp} \quad \forall r = 1, m, t > 1 \quad (17)$$

Giới hạn cung cấp nguyên liệu của nhà cung cấp và giới hạn năng lực sản xuất của nhà máy:

$$\sum_{m \in M} RA_{rsmt} \geq cas_{srt} \quad \forall s, r, t \quad (18)$$

$$\sum_{s \in S} RA_{rsmt} \geq QM_{pmt} \cdot bom_{rp} \quad \forall p, m, r, t = 1 \quad (19)$$

$$\sum_{s \in S} RA_{rsmt} \geq F_{rmt} - QM_{pmt} \cdot bom_{rp} \quad \forall p, m, r, t \neq 1 \quad (20)$$

Ràng buộc về sản lượng sản phẩm được sản xuất:

$$\sum_{p \in P} QM_{pmt} \cdot \sigma_p \leq \rho_{mt} \quad \forall m, t \quad (21)$$

$$\sum_{k \in K} X_{pmkt} + \sum_{l \in L} Y_{pmlt} \leq QM_{pmt} \quad \forall m, p, t \quad (22)$$

Giới hạn sức chứa của kho nguyên liệu, kho thành phẩm và kho sản phẩm tái chế:

$$\sum_{r \in R} \left(ra_r \cdot \sum_{s \in S} RA_{rsmt} \right) \leq car_m \quad \forall m, t \quad (23)$$

$$\sum_{p \in P} QM_{pmt} \leq cap_m \quad \forall m, t \quad (24)$$

$$E_{pmt} \geq \theta \cdot (D_{pkt} + d_{plt}) \quad \forall m, p, k, l, t \quad (25)$$

$$\sum_{i \in L} W_{lmt} \leq cr_m \quad \forall m, t \quad (26)$$

Điều kiện chọn nhà cung cấp nguyên liệu:

$$RA_{rsmt} = M \cdot y_s \quad \forall r, s, m, t \quad (27)$$

$$\sum_{s \in S} y_s = 1 \quad s < 4 \quad (28)$$

$$\sum_{s \in S} y_s = 3 \quad s > 3 \quad (29)$$

Điều kiện của biến:

$$RA_{rsmt}, X_{pmkt}, Y_{pmlt}, W_{lmt}, QM_{pmt}, E_{pmt}, F_{rmt}, RL_{lt} \geq 0, \text{int} \quad (30)$$

$$y_s \in \{0, 1\} \quad (31)$$

Trong đề tài này, chuỗi cung ứng đang trong quá trình tiếp cận việc thu hồi và tái chế nên không xác định chắc chắn được nhu cầu khách hàng. Nguồn nguyên liệu thô được lấy từ các mỏ đồng thau, nhà cung cấp nguyên liệu phân phối nguyên liệu thô đến nhà sản xuất, nên giá của nguyên liệu thô biến đổi theo sản lượng khai thác do các quy định về môi trường. Do đó, nhu cầu khách hàng ở nhà bán lẻ loại một và loại hai, giá nguyên liệu thô được xét như các tham số không chắc chắn. Trong đề tài này, hai phương pháp FP và CP được đề xuất giải quyết mô hình, tiếp cận chuỗi cung ứng với tham số bất định, sự so sánh giữa hai phương pháp là cơ sở để tối ưu hóa chuỗi cung ứng.

Các tham số xác định được chuyển về dạng tham số bất định theo phân bố mờ tam giác (Triangular fuzzy numbers) vì sự phù hợp của hàm và đơn giản hóa việc thu thập số liệu cho mô hình. Khi đó bộ tham số mờ là:

Nhu cầu nhà bán lẻ loại một:

$$\tilde{D}_{pkt} = (D1_{pkt}, D2_{pkt}, D3_{pkt})$$

Nhu cầu nhà bán lẻ loại hai:

$$\tilde{d}_{plt} = (d1_{plt}, d2_{plt}, d3_{plt})$$

Giá mua đơn vị của nguyên liệu:

$$\tilde{pra}_{rst} = (pra1_{rst}, pra2_{rst}, pra3_{rst})$$

3.2.5. Phương pháp Fuzzy Programming

Hàm mục tiêu chứa tham số mờ được chuyển thành các hàm tương ứng z_1, z_2, z_3 với từng giá trị trong hàm phân bố của tham số.

Trong đó:

z_1 , là hàm mục tiêu chứa giá trị bị quan.

z_2 là hàm mục tiêu chứa giá trị thường gặp.

z_3 là hàm mục tiêu chứa giá trị lạc quan.

Sau khi chuyển đổi hàm mục tiêu về hàm tương đương, ta cần thiết lập hàm giá trị kỳ vọng cho hàm mục tiêu.

$$EV_{\delta}(Z) = (1 - \delta) \cdot \frac{z_1 + z_2}{2} + \delta \cdot \frac{z_2 + z_3}{2} \quad (32)$$

Trong đó δ là mức độ tối ưu của người ra quyết định và có thể thay đổi từ 0 đến 1. Giá trị δ được gán bởi người ra quyết định và thay đổi để đạt được giá trị kỳ vọng. Đề tài sử dụng $\delta = 0,8$.

Chuyển đổi ràng buộc chứa giá trị mờ $\tilde{D}_{pkt}, \tilde{d}_{plt}, \tilde{p}r_{rst}$ thành hàm tương đương:

$$\sum_{m \in M} X_{pmkt} \geq \left((1 - \gamma) \cdot \frac{D1_{pkt} + D2_{pkt}}{2} + \gamma \cdot \frac{D2_{pkt} + D3_{pkt}}{2} \right) \quad \forall p, k, t \quad (33)$$

$$\sum_{m \in M} Y_{pmlt} \geq \left((1 - \gamma) \cdot \frac{d1_{plt} + d2_{plt}}{2} + \gamma \cdot \frac{d2_{plt} + d3_{plt}}{2} \right) \quad \forall p, l, t \quad (34)$$

$$E_{pmt} \geq \theta \cdot \left(\left((1 - \gamma) \cdot \frac{D1_{pkt} + D2_{pkt}}{2} + \gamma \cdot \frac{D2_{pkt} + D3_{pkt}}{2} \right) + \left((1 - \gamma) \cdot \frac{d1_{plt} + d2_{plt}}{2} + \gamma \cdot \frac{d2_{plt} + d3_{plt}}{2} \right) \right) \quad \forall p, l, k, t \quad (35)$$

Trong đó γ được định nghĩa là mức độ khả thi trong đoạn từ 0 đến 1. Người ra quyết định có thể thay đổi giá trị này nhằm đạt được kết quả mong muốn. Đề tài sử dụng giá trị $\gamma = 0,7$.

3.2.6. Phương pháp Compromise Programming

Gọi β là mức độ khả thi xác định bởi người ra quyết định, z là hàm mục tiêu có được khi thay các tham số mờ vào (1). Khi đó, mô hình ban đầu được chuyển đổi thành mô hình mờ đa mục tiêu như sau:

Hàm mục tiêu:

$$\text{Minimize } z \quad (36)$$

$$\text{Maximize } \beta \quad (37)$$

Ràng buộc:

$$0,5 \leq \beta \leq 1 \quad (38)$$

$$\sum_{m \in M} X_{pmkt} \geq \left((1 - \beta) \cdot \frac{D1_{pkt} + D2_{pkt}}{2} + \beta \cdot \frac{D2_{pkt} + D3_{pkt}}{2} \right) \quad \forall p, k, t \quad (39)$$

$$\sum_{m \in M} Y_{pmlt} \geq \left((1 - \beta) \cdot \frac{d1_{plt} + d2_{plt}}{2} + \beta \cdot \frac{d2_{plt} + d3_{plt}}{2} \right) \quad \forall p, l, t \quad (40)$$

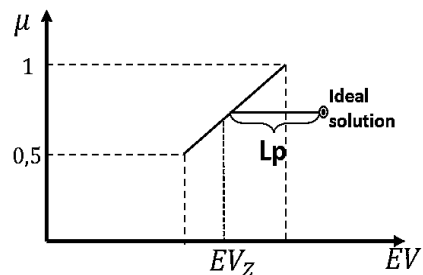
$$E_{pmt} \geq \theta \cdot \left(\left((1 - \beta) \cdot \frac{D1_{pkt} + D2_{pkt}}{2} + \beta \cdot \frac{D2_{pkt} + D3_{pkt}}{2} \right) + \left((1 - \beta) \cdot \frac{d1_{plt} + d2_{plt}}{2} + \beta \cdot \frac{d2_{plt} + d3_{plt}}{2} \right) \right) \quad \forall p, l, k, t \quad (41)$$

Giả sử mức độ khả thi tối thiểu của các ràng buộc mà người ra quyết định có thể chấp nhận là $\beta_0 = 0,5$. Chọn giá trị $\beta = \beta_0$ và $\beta = 1$ để lập bảng Payoff, giải mô hình với β xác định, ta có:

Bảng 3. Ma trận Payoff tương ứng với β

Hàm mục tiêu		Mức độ kỳ vọng
Hàm mục tiêu	$\tilde{z}_{(0,5)} = (z_{1(0,5)}, z_{2(0,5)}, z_{3(0,5)})$	0,5
Mức độ kỳ vọng	$\tilde{z}_{(1)} = (z_{1(1)}, z_{2(1)}, z_{3(1)})$	1

Trong đó, z_1, z_2, z_3 lần lượt là hàm mục tiêu tương ứng với các giá trị thấp, trung bình và cao của bộ số mờ. Điểm khả thi là điểm nằm trên đường chéo giữa $\tilde{z}_{(0,5)}$ và $\tilde{z}_{(1)}$.



Hình 3. Hàm mục tiêu L_p

Theo Lopez et al. (2000) ta thiết lập trọng số $w_1 = w_2 = 0,5$ biểu thị mức độ quan trọng của hàm mục tiêu (36) và (37) tương đương nhau. Hàm mục tiêu mới L_p (Manhattan distance) là khoảng cách

giữa các điểm khả thi và giải pháp lý tưởng với $p = 1$ có ý nghĩa độ lệch các hàm mục tiêu là hàm bậc nhất có độ lệch tỉ lệ thuận với độ lớn của chúng và các sai lệch có trọng số như nhau.

Chuyển đổi mô hình theo β -Compromise solution như sau:

Hàm mục tiêu:

$$\text{Minimize } 0,5 \cdot \frac{EV_Z - z_{2(0,5)}}{Z_{2(1)} - z_{2(0,5)}} + 0,5 \cdot \frac{(1-\beta)}{1-0,5} \quad (42)$$

Ràng buộc: Các ràng buộc từ (14) đến (24), (26) đến (31) và (38) đến (41).

Trong đó, EV_Z là giá trị kỳ vọng của hàm mục tiêu ban đầu khi thay thế (43) vào (1):

$$\widetilde{pr}a_{rst} = \left(\frac{pra1_{rst} + 2 \cdot pra2_{rst} + pra3_{rst}}{4} \right) \quad (43)$$

4. TRƯỜNG HỢP ĐIỂN HÌNH

Một trường hợp điển hình với mặt hàng vòi nước dùng trong gia đình được áp dụng để kiểm chứng mô hình. Mạng lưới chuỗi cung ứng gồm: 6 nhà cung cấp (NCC), 2 nhà máy sản xuất (M), 10 nhà bán lẻ loại một (RE1), 5 nhà bán lẻ loại hai (RE2), 1 thị trường thứ cấp (TC), 7 nguyên liệu thô (NL), 6 sản phẩm (SP) bao gồm 2 loại vòi bếp, 2 loại vòi sen tắm và 2 loại vòi chậu (Hình 4). Mô hình xem xét 4 thời đoạn (TĐ), mỗi thời đoạn 45 ngày.



Hình 4. Các sản phẩm vòi nước

Giá bán đơn vị của các sản phẩm được trình bày như Bảng 4.

Nguyên liệu thô được mua từ các nhà cung cấp, được thể hiện ở Hình 5. Có 6 nhà cung cấp và 7 loại nguyên liệu bao gồm: đồng thau (E_1) được cung cấp bởi nhà cung cấp (S_1, S_2, S_3); ống loại 1 (E_2), ống loại 2 (E_3) và hộp lọc loại 1 (E_4) được cung cấp bởi nhà cung cấp (S_4); hộp lọc loại 2 (E_5) được cung cấp bởi nhà cung cấp (S_5); vòng đệm loại 1 (E_6) và vòng đệm loại 2 (E_7) được cung cấp bởi nhà cung cấp (S_6).

Bảng 4. Giá bán đơn vị của các sản phẩm

(đơn vị: VND)

SP \ TĐ	TĐ			
	1	2	3	4
Vòi chậu loại 1	200.000	200.000	200.000	205.000
Vòi chậu loại 2	190.000	190.000	190.000	190.000
Vòi bếp loại 1	150.000	165.000	165.000	165.000
Vòi bếp loại 2	180.000	180.000	180.000	180.000
Vòi tắm loại 1	180.000	180.000	182.000	182.000
Vòi tắm loại 2	190.000	190.000	192.000	192.000

Bảng 5. Chi phí vận chuyển đơn vị từ nhà máy M1 và M2 đến các nhà bán lẻ loại một và nhà bán lẻ loại hai

Từ	Đến	Giá (VND)	Từ	Đến	Giá (VND)
M1	RE1_1	350	M2	RE1_1	330
M1	RE1_2	280	M2	RE1_2	300
M1	RE1_3	360	M2	RE1_3	400
M1	RE1_4	290	M2	RE1_4	290
M1	RE1_5	280	M2	RE1_5	370
M1	RE1_6	360	M2	RE1_6	360
M1	RE1_7	330	M2	RE1_7	350
M1	RE1_8	290	M2	RE1_8	330
M1	RE1_9	300	M2	RE1_9	390
M1	RE1_10	310	M2	RE1_10	380
M1	RE2_1	300	M2	RE2_1	380
M1	RE2_2	330	M2	RE2_2	340
M1	RE2_3	350	M2	RE2_3	370
M1	RE2_4	380	M2	RE2_4	330
M1	RE2_5	300	M2	RE2_5	300

Các dữ liệu bất định bao gồm giá nguyên liệu và nhu cầu khách hàng được giả định tuân theo số mờ

tam giác (Triangular Fuzzy Number). Tỷ lệ khách hàng tham gia gói trao đổi được xét là 75%, lượng tồn kho an toàn là 50% nhu cầu của thời kỳ trước, tỷ

lệ đồng thau tái sử dụng đạt 80% khối lượng sản phẩm. Tỷ lệ chiết khấu trong kế hoạch trao đổi là 6%. Chi phí vận chuyển đơn vị từ các nhà máy đến các nhà bán lẻ được trình bày như Bảng 5.



Hình 5. Các loại nguyên liệu sản xuất vòi nước

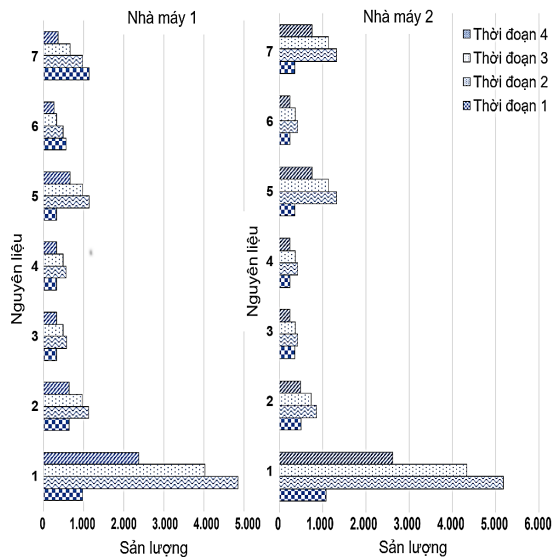
5. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả từ cả hai phương pháp FP và CP cho thấy nhà cung cấp nguyên liệu 2 được chọn cung cấp nguyên liệu đồng thau cho cả 2 nhà máy, các nhà cung cấp còn lại mỗi nhà cung cấp một nguyên liệu khác nhau cho 2 nhà máy ở mọi thời kỳ được xét như Bảng 6.

Bảng 6. Nhà cung cấp nguyên liệu được chọn

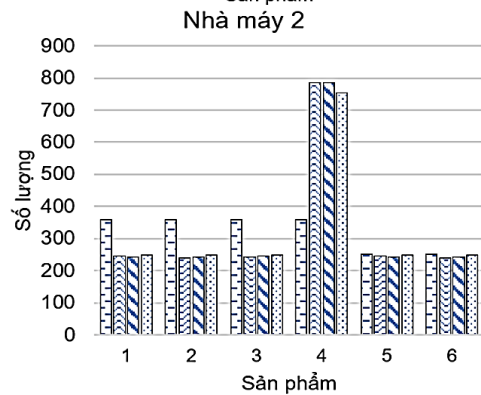
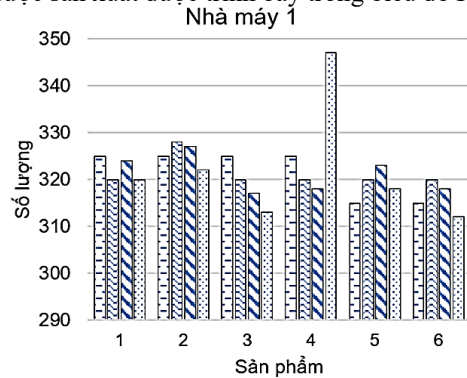
NL \ NCC	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇
S ₂	✓						
S ₄		✓	✓	✓			
S ₅					✓		
S ₆						✓	✓

Nguyên liệu đồng thau được cung cấp lớn nhất vì là nguyên liệu cần thiết cho mọi sản phẩm, lượng nguyên liệu được cung cấp cho hai nhà máy được trình bày ở Hình 6.



Hình 6. Biểu đồ thể hiện lượng nguyên liệu cung cấp cho nhà máy 1 và 2

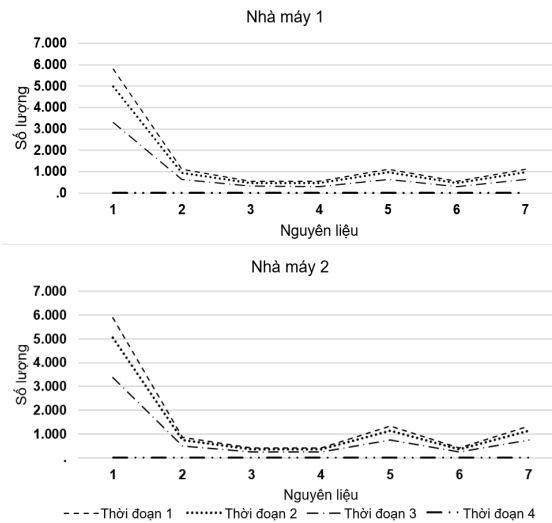
Số lượng của mỗi loại sản phẩm của nhà máy 2 tương đối ổn định hơn nhà máy 1, lượng sản phẩm được sản xuất được trình bày trong biểu đồ Hình 7.



■ Thời đoạn 1 ■ Thời đoạn 2 ■ Thời đoạn 3 ■ Thời đoạn 4

Hình 7. Biểu đồ thể hiện sản lượng hai nhà máy

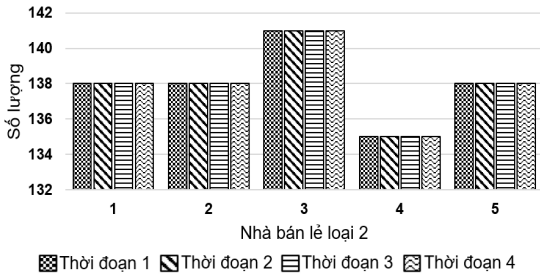
Lượng tồn kho nguyên liệu của hai nhà máy tương đồng với nhau, nguyên liệu đồng thau được tồn kho nhiều nhất trong các thời đoạn tại hai nhà máy. Tại thời đoạn cuối, nguyên liệu tồn kho được sử dụng hết, có thể thấy rõ tại biểu đồ Hình 8.



--- Thời đoạn 1 Thời đoạn 2 - - - Thời đoạn 3 - · - · Thời đoạn 4

Hình 8. Tồn kho nguyên liệu tại hai nhà máy

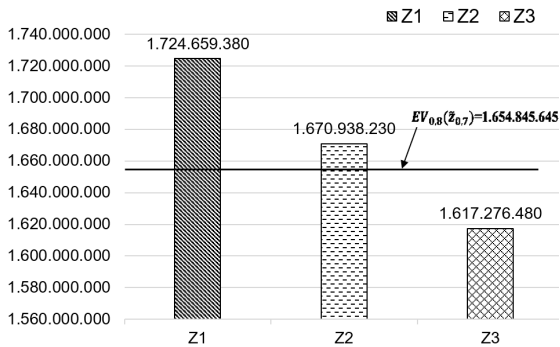
Số lượng sản phẩm được trả lại tại nhà bán lẻ loại hai ổn định qua từng thời đoạn, nhiều nhất là nhà bán lẻ thứ 3, cụ thể tại biểu đồ Hình 9.



Hình 9. Biểu đồ thể hiện số lượng sản phẩm được trao đổi ở nhà bán lẻ loại hai

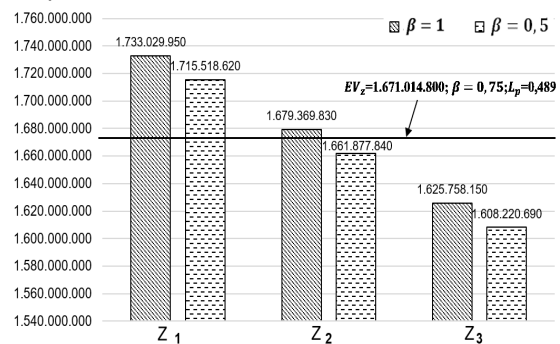
Kết quả từ hai phương pháp Fuzzy Programming và Compromise Programming trình bày ở Hình 10 và Hình 11 ta có thể so sánh giá trị kỳ vọng thu được của từng phương pháp:

Phương pháp FP: $EV_{\delta}(\tilde{z}) = 1.654.845.645$ (VNĐ) với $\delta = 0,8$



Hình 10. Giá trị hàm thành phần và giá trị kỳ vọng của hàm mục tiêu FP

Phương pháp CP: $EV_z = 1.671.014.800$ (VNĐ) với $\beta = 0,75$



Hình 11. Giá trị hàm thành phần và giá trị kỳ vọng của hàm mục tiêu CP

Ta có thể thấy giá trị kỳ vọng ở phương pháp CP chênh lệch với z_2 ở FP chỉ 76.570 (VNĐ), nên có

thể nhận xét giá trị kỳ vọng tối ưu ở cả hai phương pháp chênh lệch không nhiều. Tuy nhiên, xét về mức độ phức tạp phương pháp FP đơn giản hơn nhưng các biến ở từng hàm mục tiêu theo xu hướng thấp, trung bình và cao nên khó có thể hoạch định sản xuất và cung ứng nếu không có dự báo xu hướng trong thời kỳ xác định. Đối với phương pháp CP tương đối phức tạp hơn nhưng các biến quyết định có thể tối ưu hóa một cách rõ ràng, giúp nhà ra quyết định có thể dựa vào đó để hoạch định quá trình sản xuất và cung ứng.

Trong cả hai phương pháp đều xuất hiện mức độ tối ưu của người ra quyết định là γ và δ đối với FP, β đối với CP, ý nghĩa của γ , δ và β là giống nhau trong cả hai phương pháp. Với phương pháp FP, người ra quyết định hoàn toàn không đánh giá chính xác được giá trị của mức độ tối ưu γ và δ , trong quá trình tối ưu hóa chỉ có thể ước tính giá trị mức độ tối ưu thông qua chuyên gia hoặc các số liệu từ giai đoạn trước. Nhưng đối với phương pháp CP, ta có thể phân tích được mức độ tối ưu β thông qua biến đổi hàm mục tiêu ban đầu thành hàm đa mục tiêu trong đó tối đa β là một trong các hàm mục tiêu và dùng β -Compromise solution để biến đổi hàm đa mục tiêu về hàm đơn mục tiêu, khi đó β trở thành ràng buộc. Tuy nhiên, phương pháp CP vẫn chịu ảnh hưởng bởi sự chủ quan của người ra quyết định thông qua trọng số w_k để thể hiện sự ưu tiên giữa hai thông số d_1 và d_2 .

Ta có thể thay giá trị mức độ tối ưu của người ra quyết định ở phương pháp CP để nhận xét về khả năng tối ưu của phương pháp FP:

Giá trị kỳ vọng: $EV_{0,75}(\tilde{z}_{0,7}) = 1.657.530.218$ VNĐ

Nhận thấy khi thay giá trị $\delta = \beta = 0,75$ thì giá trị kỳ vọng của phương pháp FP vẫn nhỏ hơn phương pháp CP một khoảng $\Delta = 13.484.582$ VNĐ.

6. KẾT LUẬN

Hoạch định mạng lưới chuỗi cung ứng khép kín giúp đảm bảo nguồn nguyên liệu ổn định và giảm phát thải môi trường, góp phần đưa hoạt động sản xuất gắn kết với bảo vệ môi trường mà vẫn đảm bảo tối ưu hóa lợi nhuận cho chuỗi cung ứng thu hồi và tái chế, theo nghiên cứu của Gholipoor et al. (2019) mô hình chuỗi cung ứng khép kín xem xét kế hoạch trao đổi có thể tăng đến 58% lợi nhuận chuỗi cung ứng. Ở nghiên cứu này, ngoài tăng lợi nhuận cho chuỗi cung ứng, lượng sản phẩm thu hồi trả lại nhà máy để tái chế đạt 2,7%, lượng sản phẩm còn giá trị sử dụng được tiêu thụ ở thị trường thứ cấp đạt 5%.

Nghiên cứu đã xây dựng mô hình tối ưu hóa toán học cho bài toán hoạch định mạng lưới chuỗi cung ứng khép kín xem xét biến động về giá nguyên liệu và nhu cầu nhà bán lẻ. Bằng việc áp dụng phương pháp Fuzzy Programming và Compromise Programming vào mô hình dưới sự hỗ trợ từ công cụ lập trình tối ưu ILOG CPLEX, đề tài đã giải quyết vấn đề bất định trong nhu cầu và giá nguyên liệu.

Thông qua các số liệu thu thập được, đề tài đã kiểm chứng mô hình và phân tích được tác động giữa các tham số và giá trị tối ưu như sau:

(1) Hoạt động thu hồi và tái chế có thể hạn chế lượng nguyên liệu cần cung cấp ở các kỳ, ngoài ra

còn tăng lợi nhuận vì giá thu mua lại sản phẩm thấp hơn giá mua nguyên liệu thô tại nhà cung cấp nguyên liệu;

(2) Sản lượng sản xuất có thể hoạch định khi nhu cầu khách hàng biến động.

Đề tài có thể mở rộng cho các loại sản phẩm có khả năng thu hồi và tái chế cao như thiết bị điện tử, sản phẩm từ nhựa, ... Về mặt phương pháp có thể xem xét thêm nhiều dạng phân phối khác cho tham số bất định để khảo sát sự tương quan giữa các tham số và biến trong mô hình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Allaoui, H., Guo, Y., Choudhary, A., & Bloemhof, J. (2018). Sustainable agro-food supply chain design using two-stage hybrid multi-objective decision-making approach. *Computers & Operations Research*, 89, 369–384. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2016.10.012>
- Allaoui, H., Guo, Y., Yu, J., Boulakil, Y., & Hu, F. (2021). Solving the sustainable supply chain network design problem by the multi-neighborhoods descent traversal algorithm. *Computers & Industrial Engineering*, 154, 107098. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107098>
- Chen, S. H. (1998). Operations of fuzzy numbers with step form membership function using function principle. *Journal of Information Sciences*, 108, 149-155. [https://doi.org/10.1016/S0020-0255\(97\)10070-6](https://doi.org/10.1016/S0020-0255(97)10070-6)
- Ezzati, R., Khorram, E., & Enayati, R. (2015). A new algorithm to solve fully fuzzy linear programming problems using the MOLP problem. *Applied Mathematical Modelling*, 39, 3183–3193. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2013.03.014>
- Farahani, R. Z., Rezapour, S., Drezner, T., & Fallah, S. (2014). Competitive supply chain network design: an overview of classifications, models, solution techniques and applications. *Omega*, 45, 92-118. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2013.08.006>
- Gholipour, A., Paydar, M. M., & Safaei, A. S. (2019). A faucet closed-loop supply chain network design considering used faucet exchange plan. *Journal of Cleaner Production*, 235, 503-518. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.346>
- Gani, A. N., & Assarudeen, S. N. M. (2012). A New Operation on Triangular Fuzzy Number for Solving Fuzzy Linear Programming Problem. *Applied Mathematical Sciences*, 11, 525 – 532 <https://doi.org/10.13140/2.1.3405.8881>
- Hocine, A., Kouaissah, N., Barahar, S., & Benbouziane, M. (2018). Optimizing Renewable Energy Portfolios under Uncertainty: A Multi-Segment Fuzzy Goal Programming Approach. *Renewable Energy*, 129, 540-552. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.06.013>
- Hien, T. (2017). *Nâng cao năng lực cạnh tranh ngành hàng gia dụng: Đề không thua trên “sân nhà”*. https://mof.gov.vn/webcenter/portal/ttpltc/pages_r/1/chi-tiet-tin-ttpltc?dDocName=MOFUCM114437
- Jadidi, O., Zolfaghari, S., & Cavalieri, S. (2014). A new normalized goal programming model for multi-objective problems: A case of supplier selection and order allocation. *Int. J. Production Economics*, 148, 158-165. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.10.005>
- Lee, D. H., Dong, M., & Bian, W. (2010). The design of sustainable logistics network under uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 128, 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.06.009>
- Lopez, M. J., Uria, M. V. R., Arenas, M., & Bilbao, A. (2000). Solving a Possibilistic Linear Program Through Compromise Programming. *Mathware & Soft Computing*, 7, 175 – 184. <https://raco.cat/index.php/Mathware/article/view/84816>
- Matinrad, N., Roghanian, E., & Razi, Z. (2013). Supply chain network optimization: A review of classification, models, solution techniques and future research. *Uncertain Supply Chain Management*, 1, 1-24. <https://doi.org/10.5267/J.USCM.2013.05.003>
- Parra, M. A., Terol, A. B., Gladish, B. P., & Uria, M. V. R., (2005). Solving a multiobjective possibilistic problem through compromise programming. *European Journal of Operational Research*, 164, 748-759. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.11.028>

- Subulan, K., Tasan, K. S., & Baykasoglu, A. (2015). A fuzzy goal programming model to strategic planning problem of a lead/acid battery closed-loop supply chain. *Journal of Manufacturing Systems*, 37, 243-264.
<https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.09.001>
- Safaei, A. S., Roozbeh, A., & Paydar, M. M. (2017). A robust optimization model for the design of a cardboard closed-loop supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 166, 1154–1168.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.085>
- Sahebjamnia, N., Fathollahi, A. M., & Keshteli, M. H. (2018). Sustainable tire closed-loop supply chain network design: Hybrid metaheuristic algorithms for large-scale networks. *Journal of Cleaner Production*, 196, 273-296.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.245>
- Tao, Y., Wu, J., Lai, X., & Wang, F. (2020). Network planning and operation of sustainable closed loop supply chains in emerging markets: Retail market configurations and carbon policies. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 144, 102131.
<https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102131>
- Wang, B., Liang, Y., Zheng, T., Yuan, M., & Zhang, H. (2019). Optimisation of a downstream oil supply chain with new pipeline route planning. *Chemical Engineering Research and Design*, 145, 300-313.
<https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102131>
- Yu, P. L. (1985). Multiple-Criteria Decisi on Making. Concepts, *Techniques and Extensions*. Plenum Press, New York, 1, 663-699.
[https://doi.org/10.1016/S0927-0507\(89\)01011-X](https://doi.org/10.1016/S0927-0507(89)01011-X)
- Zeleny, M. (1973). A concept of compromise solutions and the method of the displaced ideal. *Computers and Operations Research*, 1, 479-496
[https://doi.org/10.1016/0305-0548\(74\)90064-1](https://doi.org/10.1016/0305-0548(74)90064-1)