



MÔ HÌNH TỐI ƯU VIỆC LỰA CHỌN VỊ TRÍ NHÀ XƯỞNG TRONG CHUỖI CUNG ỨNG ĐỂ LẮP ĐẶT HỆ THỐNG PIN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

Võ Thị Kim Cúc*, Nguyễn Thị Yến Nhi, Nguyễn Thị Thùy Dương và Nguyễn Trường Thi

Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Võ Thị Kim Cúc (email: vtkcuc0012@gmail.com)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 09/01/2019

Ngày nhận bài sửa: 12/03/2019

Ngày duyệt đăng: 29/08/2019

Title:

“Site selection for rooftop solar photovoltaic in supply chain using optimization model”

Từ khóa:

Chuỗi cung ứng xanh, mô hình tuyến tính nguyên hỗn hợp, năng lượng mặt trời, phát thải CO₂

Keywords:

CO₂ emissions, green supply chain, mixed integer linear programming (MILP), solar energy

ABSTRACT

Utilization of solar energy is an effective solution for a company to reduce dependence on fossil energy and CO₂ emissions. Therefore, this study presents a green supply chain network design problem considering solar rooftop photovoltaic systems (PVs) to minimize total cost and CO₂ emissions occurred during production and transportation activities. Net present value (NPV) is used to evaluate and verify the feasibility of installing PVs for different facility sizes. Following this analysis, a mixed integer linear programming model (MILP) is proposed to determine facility location, the amount of transportation between components in supply chain (SC). The capability of the model and the methodology are then applied for a case study of garment manufacturer located in the Mekong Delta region, Viet Nam. Results showed that adopting PVs creates huge benefits in energy cost savings and CO₂ emissions reduction for the whole supply chain.

TÓM TẮT

Việc tận dụng năng lượng mặt trời là giải pháp hiệu quả đối với doanh nghiệp (DN) nhằm giảm sự phụ thuộc vào năng lượng hóa thạch và lượng CO₂ phát thải. Vì vậy, nghiên cứu đề xuất thiết kế mạng lưới cung ứng xanh tích hợp hệ thống pin năng lượng mặt trời (PVs) với mục tiêu tối thiểu tổng chi phí và lượng khí thải CO₂ từ các hoạt động sản xuất và vận tải. Phương pháp phân tích giá trị hiện tại ròng (NPV) được đề xuất nhằm đánh giá tính khả thi khi lắp đặt PVs với nhiều quy mô nhà máy khác nhau. Trên cơ sở đó, một mô hình tuyến tính nguyên hỗn hợp (MILP) được sử dụng để lựa chọn vị trí nhà máy, xác định lượng vận chuyển giữa các thành phần trong chuỗi cung ứng (SC). Nghiên cứu áp dụng cho một DN may tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), Việt Nam. Kết quả mô hình cho thấy việc tích hợp PVs giúp DN giảm sự phụ thuộc vào lưới điện quốc gia, tiết kiệm chi phí sử dụng điện và tổng lượng khí CO₂ trong toàn SC.

Trích dẫn: Võ Thị Kim Cúc, Nguyễn Thị Yến Nhi, Nguyễn Thị Thùy Dương và Nguyễn Trường Thi, 2019. Mô hình tối ưu việc lựa chọn vị trí nhà xưởng trong chuỗi cung ứng để lắp đặt hệ thống pin năng lượng mặt trời. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 55(4A): 52-60.

1 GIỚI THIỆU

Quản lý chuỗi cung ứng (SCM) ngày càng có vai trò quan trọng, giúp doanh nghiệp thích ứng với

những biến động của thị trường, cân bằng cung cầu và tạo niềm tin đối với khách hàng. Trong SCM, các quyết định liên quan đến hoạt động sản xuất và vận tải đóng góp đáng kể vào sự phát triển kinh tế. Tuy

hiện, các hoạt động sản xuất và vận tải được xem là nguyên nhân chính gây nên hiện tượng nóng lên toàn cầu do phát thải lượng lớn các khí nhà kính như CO₂, CH₄, N₂O, O₃ và CFC. Theo báo cáo hàng năm của cơ quan bảo vệ môi trường Mỹ (EPA) vào năm 2016, lượng khí gây hiệu ứng nhà kính từ hoạt động sản xuất công nghiệp là 22% và vận tải là 14%, trong đó phần lớn là khí CO₂. Chính vì thế, nghị định thư Kyoto và bộ tiêu chuẩn về quản lý môi trường ISO 14000 được ban hành nhằm hướng đến việc cắt giảm lượng khí thải, hạn chế hiện tượng tăng nhiệt độ trung bình của Trái Đất.

Bên cạnh những nỗ lực từ phía chính phủ và các tổ chức trên thế giới, nhà sản xuất cần phải chủ động tích hợp yếu tố “xanh” trong SC nhằm giải quyết các vấn đề liên quan đến bảo vệ môi trường và sức khỏe cộng đồng. Sự phát triển của công nghệ năng lượng tái tạo được xem là một trong những giải pháp hiệu quả làm giảm lượng khí CO₂ và sự phụ thuộc vào các nguồn cung cấp năng lượng từ nhiên liệu hóa thạch. Trong rất nhiều nguồn cung cấp năng lượng xanh như gió, thủy điện, sinh khối, năng lượng mặt trời được đặc biệt quan tâm và ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực đời sống xã hội. Lợi thế của loại năng lượng này là nguồn năng lượng độc lập, dễ dàng thay đổi quy mô, chi phí vận hành và bảo dưỡng thấp. Nhiều dự án điện mặt trời được đề xuất và triển khai thành công tại nhiều quốc gia như Hoa Kỳ, Đức, Trung Quốc, Ấn Độ,... Với lợi thế là quốc gia nằm trong vùng có cường độ bức xạ mặt trời lớn và lượng ánh sáng nhận được ổn định, Việt Nam có nhiều ưu thế và tiềm năng cho việc triển khai và ứng dụng năng lượng mặt trời. Hiện nay, nhiều dự án sử dụng tấm pin năng lượng mặt trời để tạo ra năng lượng hòa vào lưới điện quốc gia được triển khai như: điện mặt trời trên đảo Cù Lao Chàm – Quảng Nam, nhà máy điện mặt trời tại tỉnh Hậu Giang, sử dụng đèn chiếu sáng công cộng bằng năng lượng mặt trời tại Cần Thơ,...

Việc ứng dụng công nghệ năng lượng mặt trời ngày càng được chú trọng. Bên cạnh các dự án phục vụ cộng đồng, việc tận dụng nguồn năng lượng này còn được ứng dụng phục vụ các hoạt động trong các lĩnh vực công nghiệp, nông nghiệp và dịch vụ, đặc biệt đối với các ngành công nghiệp trọng điểm. Trong đó, công nghiệp Dệt May đang ngày càng khẳng định vị thế là ngành xuất khẩu chủ lực, mang lại nguồn ngoại tệ lớn cho đất nước. Các phân xưởng may tại Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có lợi thế về diện tích nhà xưởng lớn và tiêu thụ ít năng lượng, nên việc tích hợp tấm pin năng lượng mặt trời là giải pháp tối ưu. Theo thống kê của Hiệp hội Năng lượng sạch Việt Nam, ĐBSCL là vùng có cường độ bức xạ trung bình khoảng 5 kWh/m²/ngày và số giờ nắng đạt khoảng 2.200 – 2.500 giờ/năm. Trong đề

tài này, mô hình quy hoạch tuyến tính nguyên hỗn hợp (MILP – mixed integer linear programming) được đề xuất cho SC ngành may tích hợp hệ thống điện mặt trời thông qua một trường hợp nghiên cứu. Mục tiêu đề tài hướng đến tối thiểu tổng chi phí bao gồm chi phí xây dựng, lắp đặt hệ thống pin mặt trời, chi phí phát thải CO₂ từ các hoạt động sản xuất và vận tải.

2 LƯỢC KHẢO TÀI LIỆU

Từ những năm 1990, khái niệm chuỗi cung ứng xanh (green supply chain – GSC) nhận được sự quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu nhằm hạn chế ảnh hưởng của các hoạt động trong SC đến môi trường. Handfield *et al.* (1997) lần đầu tiên đề xuất tích hợp khái niệm “xanh” vào trong tất cả các giai đoạn của chuỗi giá trị nhằm tạo ra một sản phẩm thân thiện với môi trường trong ngành công nghiệp đồ gỗ. Trên cơ sở đó, Srivastava (2007) đưa ra định nghĩa hoàn chỉnh về quản lý chuỗi cung ứng xanh (GSCM) là sự kết hợp yếu tố môi trường vào quản trị SC, bao gồm thiết kế sản phẩm, tìm kiếm và lựa chọn nguyên liệu, quy trình sản xuất, phân phối sản phẩm cuối cùng cho người tiêu dùng. Thực hiện GSCM là cách thức giúp doanh nghiệp vừa thể hiện trách nhiệm của mình đối với các vấn đề về môi trường, vừa tạo ra một thương hiệu thân thiện mà không làm tăng chi phí. Nhận thấy được những lợi ích trên, nhiều doanh nghiệp đã chủ động tích hợp yếu tố “xanh” vào các hoạt động sản xuất, vận tải, phát triển sản phẩm, bao bì,... Trong đó, các hoạt động sản xuất và vận tải là một trong những nguyên nhân chính gây ra ô nhiễm môi trường, trở thành mối quan tâm hàng đầu của nhiều nhà nghiên cứu. Các mô hình tối ưu hóa được xem là công cụ hỗ trợ đắc lực cho người ra quyết định khi giải quyết các vấn đề trên. Vanek (2001) là một trong những tác giả đầu tiên nghiên cứu về mô hình toán tối thiểu chi phí và tác động của hoạt động vận tải đối với môi trường. Từ đó, nhiều tác giả đưa ra các mô hình tối ưu trong các quyết định về sản xuất và vận tải, xem xét đồng thời yếu tố môi trường và chi phí (Srivastava, 2007).

Các mô hình trên chủ yếu được xây dựng dựa trên việc lựa chọn tuyến đường vận chuyển ngắn nhất từ nhà cung ứng đến khách hàng, hoạch định sản xuất, tái bố trí mặt bằng nhằm giảm lượng nhiên liệu và điện năng tiêu thụ,... Bên cạnh đó, công nghệ năng lượng tái tạo được xem là một trong những giải pháp chủ động trong giải quyết các vấn đề về giảm phát thải khí CO₂. Sharafi and Elmekawy (2014) đề xuất kết hợp tuabin gió, tấm pin năng lượng mặt trời, máy phát diesel, pin nhiên liệu thành một hệ thống cung cấp năng lượng cho các hoạt động sản xuất với mục tiêu tối thiểu tổng chi phí thiết lập và phát thải nhiên liệu. Việc kết hợp các nguồn năng lượng xanh với các mô hình tối ưu hóa ngày càng

được chú trọng. Yu *et al.* (2013) xây dựng mô hình MILP trong thiết kế và tối ưu mạng lưới cung ứng nhiên liệu sinh học nhằm tối thiểu chi phí xây dựng nhà máy, vận chuyển và môi trường.

Có thể thấy, năng lượng tái tạo, đặc biệt là năng lượng mặt trời được chú trọng trong nhiều nghiên cứu và ứng dụng vào thực tế. Nhiều dự án điện mặt trời được đề xuất và triển khai trong các lĩnh vực sản xuất công nghiệp. Điển hình là nghiên cứu của Chandel *et al.* (2014) đã sử dụng NPV để phân tích tính khả thi của dự án, khi quyết định xây dựng và lựa chọn vị trí nhà máy điện mặt trời để phục vụ nhu cầu sử dụng điện của các nhà máy may tại Ấn Độ. Omu *et al.* (2016) đề xuất xây dựng mô hình MILP cho việc thiết kế PVs, nhằm lựa chọn quy mô lắp đặt sao cho hiệu quả về chi phí. Bên cạnh các dự án xây dựng PVs công suất lớn từ phía chính phủ, doanh nghiệp còn chú trọng đến việc tích hợp PVs tại nhà máy nhằm phục vụ sản xuất, giảm tác động tiêu cực đến môi trường và lượng khí CO₂. Trong đó, may mặc là ngành được đặc biệt quan tâm, vì đây là ngành đứng thứ hai thế giới về lượng phát thải khí CO₂ sau công nghiệp dầu mỏ. Muthukumarana *et al.* (2018) nghiên cứu về việc chuyển đổi năng lượng truyền thống sang sử dụng năng lượng tái tạo trong SC ngành may bằng việc tích hợp tấm pin mặt trời vào sản xuất và phân phối nhằm tạo ra sản phẩm

thân thiện với môi trường, giảm thiểu chi phí và lượng khí CO₂. Do đó, đề tài đề xuất tích hợp hệ thống pin mặt trời trên mái nhà xưởng cho SC ngành may thông qua một trường hợp nghiên cứu. Phương pháp NPV được sử dụng nhằm đánh giá tính khả thi khi lắp đặt hệ thống pin mặt trời đối với nhiều quy mô nhà máy khác nhau. Bên cạnh đó, phát triển mô hình toán MILP nhằm tìm ra vị trí nhà máy mới, lắp đặt PVs cho nhà máy hiện tại và nhà máy mới, lượng vận chuyển nguyên liệu và sản phẩm giữa các thành phần trong chuỗi. Mục tiêu hướng đến tối thiểu tổng chi phí xây dựng, thiết lập PVs, vận chuyển và thuế phát thải khí CO₂.

3 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1 Phương pháp phân tích giá trị hiện tại ròng (NPV)

Phương pháp phân tích NPV được sử dụng phổ biến trong các nghiên cứu với mong muốn tìm ra phương án khả thi trong nhiều sự lựa chọn. Nhiều nghiên cứu đề xuất sử dụng NPV trong tính toán tính khả thi đối với việc lựa chọn quy mô lắp đặt hệ PVs. Nghiên cứu của Rigter and Vidican (2010), Chandel *et al.* (2014),... cho thấy tính hiệu quả của phương pháp NPV trong việc xác định quy mô PVs tối ưu. Do đó, phương pháp NPV được đề xuất có công thức như sau (Rigter and Vidican, 2010):

$$NPV = -\theta R - \sum_{t=1}^M (1-\theta)^t R \left[\frac{1 + (M-t+1)i(1-\tau)}{M} \right] \left[\frac{1}{(1+\beta)} \right]^t + \sum_{t=1}^M \frac{R}{T} \tau \left[\frac{1}{1+\beta} \right]^t + \sum_{t=1}^T O(1-\gamma)^t C(1-\tau) \left[\frac{1}{1+\beta} \right]^t - \sum_{t=1}^T \delta R(1-\tau) \left[\frac{1}{1+\beta} \right]^t$$

Để phân tích NPV, doanh nghiệp cần quan tâm đến vấn đề chi phí và doanh thu từ PVs. Trong đó, chi phí đầu tư ban đầu (R) gồm tất cả các chi phí liên quan đến PVs: mua tấm pin, biến tần, hệ thống cân bằng và lắp đặt. Chi phí đầu tư có một phần vốn vay từ ngân hàng với lãi suất (i). Doanh nghiệp sẽ phải trả một khoản vay nhất định cho ngân hàng trong M năm là (1-θ)R(1/M)/năm. Để biết được tính khả thi của dự án doanh nghiệp cần quan tâm đến lượng điện tạo ra từ PVs (O). Các số liệu liên quan đến PVs như tỷ lệ hao hụt (γ), chi phí bảo trì sửa chữa hệ thống (δ). Tất cả các giá trị tính toán NPV phải được quy đổi về hiện tại với hệ số quy đổi là (1/(1+β))^t, trong đó β là suất thu lợi tối thiểu chấp nhận được. Kết quả tính toán sẽ chọn ra phương án khả thi khi có giá trị NPV dương.

3.2 Mô hình tuyến tính nguyên hỗn hợp (MILP)

Mô hình tuyến tính nguyên hỗn hợp được sử dụng để giải quyết các bài toán tối ưu hóa với các biến rời rạc và được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực

như: quản lý sản xuất (hoạch định sản xuất, lựa chọn vị trí cơ sở, logistics,...), sản xuất điện năng,... Mô hình bao gồm các biến là số nguyên, số thực hay nhị phân; hàm mục tiêu và các ràng buộc là hàm tuyến tính và được trình bày như sau:

+ Hàm mục tiêu: $Min/Max \quad c_1x_1 + \dots + c_nx_n$

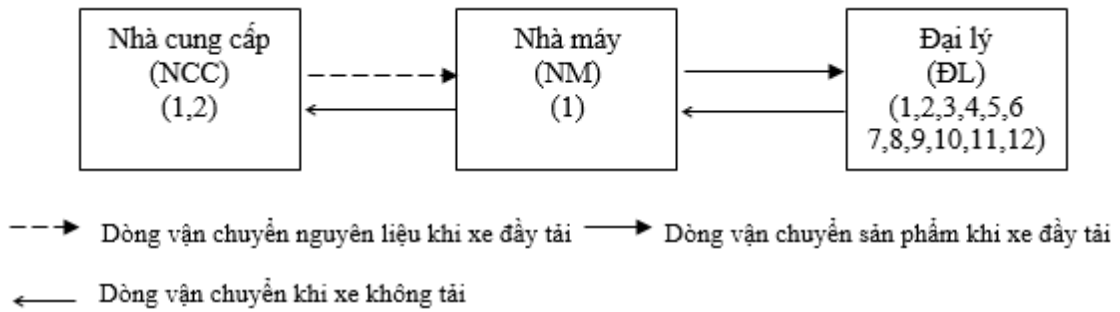
$$Ax \{ \leq, =, \geq \} b$$

+ Ràng buộc: $I_j \leq x_j \leq U_j \quad (j = 1, 2, \dots, n)$

$$x_j \text{ nguyên} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

4 MÔ TẢ CHUỖI CUNG ỨNG

Nghiên cứu xem xét SC tại công ty may ABC, trụ sở chính đặt tại Tiền Giang với sản phẩm là áo sơ mi tay dài. Chuỗi cung ứng của công ty hiện tại có: 2 nhà cung cấp đặt tại Long An và Tiền Giang, 12 đại lý gồm An Giang, Kiên Giang, Cần Thơ, Tiền Giang, Sóc Trăng, Đồng Tháp, Long An, Bạc Liêu, Hậu Giang, Bến Tre, Cà Mau và Vĩnh Long được mô tả trong Hình 1.



Hình 1: Chuỗi cung ứng sản phẩm áo sơ mi tay dài hiện tại của công ty ABC

Trong SC trên, mỗi nhà cung cấp có khả năng cung cấp 4 loại nguyên liệu bao gồm vải, chỉ, nút áo và keo. Quy mô nhà máy hiện tại là 1.000 m² đặt tại Tiền Giang. Sau khi nhà máy nhận được nguyên liệu sẽ tiến hành gia công sản phẩm và giao hàng theo nhu cầu của đại lý. Tùy vào khả năng sản xuất của nhà máy và số lượng tối thiểu đã quy định trong hợp đồng mà đại lý có thể đặt hàng sao cho phù hợp. Đơn hàng được vận chuyển thông qua tuyến đường bộ bằng xe tải có tải trọng 1,5 tấn. Chi phí vận chuyển nguyên liệu và sản phẩm bao gồm chi phí thuê lái xe và nhiên liệu là 3.800 VNĐ/km.

Chuỗi cung ứng hiện tại của công ty gồm 3 phân cấp và hệ thống phân phối tại các tỉnh khu vực ĐBSCL. Đây là lợi thế của công ty do ĐBSCL là một trong những vùng kinh tế trọng điểm của nước ta. Nhu cầu về may mặc của người dân tại khu vực ngày càng tăng cao. Do đó, số lượng đơn hàng hiện tại của các đại lý vượt quá khả năng sản xuất của nhà máy, dẫn đến nhà máy không thể đáp ứng đủ nhu cầu và thường xuyên bị mất khách hàng. Thấy được thực trạng trên, công ty tiến hành xem xét xây dựng thêm một nhà máy mới để có thể đáp ứng nhu cầu của khách hàng tốt hơn. Tuy nhiên, nếu mở rộng SC

đồng nghĩa với việc các hoạt động sản xuất và vận tải sẽ diễn ra nhiều hơn, từ đó làm tăng phát thải khí CO₂. Điều này không chỉ gây ra tác động tiêu cực đến môi trường, mà còn làm gia tăng đáng kể chi phí trong toàn SC. Theo nghị định thư Kyoto đối với một số quốc gia trên thế giới, doanh nghiệp phải đóng thuế cho việc phát thải CO₂ vượt mức cho phép (Aichele and Felbermayr, 2012). Quy định về mức phát thải cho phép tại mỗi quốc gia là khác nhau, nghiên cứu sử dụng mức phát thải dựa trên đề xuất của Diabat and Simchi-levi (2010). Do đó, công ty dự tính xem xét triển khai lắp đặt PVs tại các nhà máy góp phần giảm thiểu khí thải và chi phí sử dụng điện trong sản xuất. PVs được chọn để lắp đặt với tấm pin 285 Wp có công suất 2,41 W/m² và diện tích 1,67 m². Nghiên cứu xem xét lượng bức xạ mặt trời tại các tỉnh khu vực ĐBSCL trung bình là 4 kWh/m²/ngày. Mục tiêu của công ty là lựa chọn vị trí, quy mô nhà máy và công suất PVs sao cho tối thiểu chi phí sản xuất, chi phí vận chuyển và lượng khí thải CO₂. Các thông số về nhu cầu của các đại lý, khả năng nhà cung cấp và lượng điện tương ứng với từng quy mô nhà máy được giả định trong các Bảng 1, Bảng 2 và Bảng 3.

Bảng 1: Nhu cầu của các đại lý

Đại lý	An Giang	Kiên Giang	Cần Thơ	Tiền Giang	Sóc Trăng	Đồng Tháp	Long An	Bạc Liêu	Hậu Giang	Bến Tre	Cà Mau	Vĩnh Long
Nhu cầu (sản phẩm/năm)	100.000	50.000	60.000	50.000	70.000	80.000	70.000	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000

Bảng 2: Khả năng cung cấp nguyên liệu (NL) của nhà cung cấp (nguyên liệu/năm)

NCC/ NL	Vải (m ²)	Chỉ (cuộn)	Nút áo (gói)	Keo (m ²)
Công ty TNHH dệt may Trung Quy	200.000	150.000	200.000	200.000
Công ty TNHH Bao Bỉ Nhựa Tân An	150.000	200.000	150.000	150.000
Công ty Cổ phần may Việt Thắng	200.000	150.000	200.000	250.000
Công ty TNHH Mỹ Thuật Hồng Nhân	150.000	100.000	100.000	150.000
Công ty TNHH liên doanh công nghiệp dệt Tân Á	250.000	140.000	200.000	175.000
Công ty TNHH Formosa Taffeta	200.000	240.000	150.000	200.000
Công ty Cổ phần dệt may Đông Khánh	100.000	100.000	100.000	100.000

Năng lượng yêu cầu của nhà máy dựa trên tổng điện năng tiêu thụ cho hoạt động sản xuất và chiếu

sáng. Lượng năng lượng yêu cầu/năm tương ứng với từng quy mô được cung cấp trong Bảng 3.

Bảng 3: Năng lượng yêu cầu tương ứng với từng quy mô nhà máy

Quy mô (m ²)	1.000	1.500	2.000	2.500
Năng lượng (kWh/năm)	162.397,87	243.596,81	324.795,74	405.994,68

5 XÂY DỰNG MÔ HÌNH

Việc tích hợp PVs trên các mái nhà nhằm giảm lượng khí thải CO₂ ra môi trường, tiết kiệm chi phí sử dụng điện được đề xuất trong một số nghiên cứu của Abdallah *et al.* (2013), Ko *et al.* (2015), Muthukumarana *et al.* (2018)... Tuy nhiên, đề tài này tập trung vấn đề tối thiểu chi phí và lượng CO₂ phát thải trong việc mở rộng SC hiện tại thông qua xây dựng mô hình MILP cho SC ngành may. Nghiên cứu xem xét lắp đặt PVs trên các mái nhà xưởng nhằm cung cấp điện cho hoạt động chiếu sáng, thay vì lắp đặt toàn bộ diện tích nhà xưởng. Mặt khác, đề tài chỉ xem xét trường hợp năng lượng từ PVs cung

cấp cho nhà máy là vừa đủ và không bán lại cho lưới điện quốc gia.

5.1 Tính toán chi phí thiết lập tấm pin năng lượng mặt trời

Nghiên cứu tính toán NPV đối với các quy mô lắp đặt PVs khác nhau nhằm đánh giá tính khả thi của dự án dựa vào công thức được cung cấp trong phần 3. Trong đó, chi phí đầu tư có 30% là vốn sẵn có của doanh nghiệp và 70% là vốn vay ngân hàng với lãi suất là 6%/năm. DN phải trả khoản vay trong vòng 10 năm. Kết quả tính toán NPV được chỉ ra trong Bảng 4.

Bảng 4: Giá trị NPV tương ứng với từng quy mô tiềm năng của nhà máy

Quy mô (m ²)	1.000	1.500	2.000	2.500
Giá trị NPV (VNĐ)	15.827.891,84	96.056.856,81	176.285.821,78	280.619.793,09

Dựa vào kết quả tính toán, các giá trị NPV ứng với từng quy mô có giá trị dương nên các quy mô trên hoàn toàn có thể được lựa chọn là quy mô tiềm năng để xây dựng nhà máy.

5.2 Giả định mô hình

Nghiên cứu đề xuất xây dựng mô hình MILP nhằm xác định vị trí tiềm năng để xây dựng nhà máy và tính được lượng khí CO₂ phát thải thông qua hoạt động sản xuất và vận tải. Mục tiêu là giảm chi phí và lượng khí CO₂ trong toàn bộ SC. Mô hình được xây dựng dựa trên một số giả định sau:

- SC gồm nhà cung cấp, nhà máy và đại lý. Trong đó, một nhà máy đã được xây dựng và sẽ chuyển từ năng lượng lưới điện quốc gia sang năng lượng từ PVs cung cấp cho hoạt động chiếu sáng.

- Mô hình xem xét một loại sản phẩm được cấu thành bởi 4 loại nguyên liệu khác nhau. Mỗi loại nguyên liệu cần có một số lượng đơn vị nhất định để tạo thành một sản phẩm.

- Xe thuộc sở hữu của nhà máy. Xe chở hàng từ nhà máy đi đến nhà cung cấp hay từ đại lý về nhà máy là không tải. Ngược lại, xe đi từ nhà cung cấp đến nhà máy hay từ nhà máy đến các đại lý là đầy tải. Khoảng cách vận chuyển lúc đi và về là như nhau.

- Nếu tổng lượng khí CO₂ phát thải từ quá trình vận chuyển và sử dụng điện vượt quá mức cho phép của nhà nước thì công ty phải đóng thuế phát thải.

- Khả năng cung cấp của nhà cung cấp và nhu cầu mỗi năm của các đại lý là xác định và biết trước.

- Thời gian hoạch định mô hình tương ứng với thời gian sử dụng PVs trong vòng 25 năm.

5.3 Xây dựng mô hình

5.3.1 Tập hợp

I Tập hợp các nhà cung cấp thứ *i*

J Tập hợp các vị trí nhà máy thứ *j*

K Tập hợp các đại lý thứ *k*

P Tập hợp các nguyên liệu loại *p*

S Tập hợp nhà máy quy mô *s*

5.3.2 Tham số của mô hình

d_{ek} Nhu cầu của các đại lý *k* (sản phẩm/năm)

a_{ip} Khả năng cung cấp nguyên liệu *p* của nhà cung cấp *i* (nguyên liệu/năm)

Max_{js} Khả năng sản xuất tối đa của nhà máy *j* quy mô *s* (sản phẩm)

f_{js} Chi phí xây dựng nhà máy *j* với quy mô *s* (VNĐ)

c_{ve} Chi phí vận chuyển đơn vị (VNĐ/km)

c_{nlip} Giá bán nguyên liệu *p* của nhà cung cấp *i* (VNĐ/đơn vị nguyên liệu)

c_{pvjs} Chi phí thiết lập PVs tại nhà máy *j* với quy mô *s* (VNĐ)

c_{tax} Chi phí thuế phải trả cho việc phát thải CO₂ (VNĐ/tấn)

β_{ip} Số lượng nguyên liệu loại p cần thiết để sản xuất 1 sản phẩm

q_{ip} Lượng nguyên liệu p tối thiểu để nhà cung cấp i ký hợp đồng (nguyên liệu)

d_{1ij} Khoảng cách từ nhà cung cấp i đến nhà máy j (km)

d_{2jk} Khoảng cách từ nhà máy j đến đại lý k (km)

v Số lượng nhà máy cần xây dựng

e_{nmjs} Tổng lượng điện cần bởi nhà máy j với quy mô s (kWh/năm)

ord Số lần đặt hàng trong một năm (lần/năm)

t Số lượng sản phẩm vận chuyển khi xe đầy tải (sản phẩm)

$CO2_{cap}$ Lượng khí CO₂ được phép phát thải tại mỗi công ty (tấn/năm)

$CO2_{pv}$ Lượng khí CO₂ phát thải do sử dụng điện từ PVs (tấn/kWh)

$CO2_{nm}$ Lượng khí CO₂ phát thải do sử dụng điện từ lưới điện quốc gia (tấn/kWh)

$CO2_{vc1}$ Lượng khí CO₂ phát thải từ quá trình vận chuyển, trường hợp xe đầy tải (tấn/km)

$CO2_{vc2}$ Lượng khí CO₂ phát thải từ quá trình vận chuyển, trường hợp xe không tải (tấn/km)

$LCL1_{js}$ Lượng sản phẩm được sản xuất tối thiểu của nhà máy j quy mô s (sản phẩm)

$LCL2_{jk}$ Giới hạn tối thiểu để chuyển hàng từ nhà máy j đến đại lý k (sản phẩm)

L Thời gian hoạch định (năm)

M Một số rất lớn

5.3.3 Các biến số

Sa_{ip}

{1: Niều nhà cung cấp i đồng ý bán nguyên liệu p
{0: Ngược lại

x_{jk} Lượng sản phẩm vận chuyển từ nhà máy j đến đại lý k (sản phẩm/năm)

y_{ijp} Lượng nguyên liệu p vận chuyển từ nhà cung cấp i đến nhà máy j (nguyên liệu/năm)

Y_{ijp}

{1: Nếu nhà cung cấp i cung cấp nguyên liệu p đến nhà máy j
{0: Ngược lại

\bar{x}_{jk}

{1: Nếu nhà máy j thiết lập hợp đồng với đại lý k
{0: Ngược lại

z_{js}

{1: Nhà máy được xây dựng tại vị trí j quy mô s
{0: Ngược lại

PV_{js}

{1: Nếu hệ thống PV được lắp đặt tại nhà máy j quy mô s
{0: Ngược lại

n_{1ij} Số lần vận chuyển nguyên liệu từ nhà cung cấp i đến nhà máy j (lần/năm)

n_{2jk} Số lần vận chuyển sản phẩm từ nhà máy j đến đại lý k (lần/năm)

5.3.4 Mô hình toán

$$\begin{aligned} \text{Min} = & \left[\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (CO2_{vc1} + CO2_{vc2}) \times (d_{1ij} \times n_{1ij} \times c_{tax} \times L) \right. \\ & + \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} (CO2_{vc1} + CO2_{vc2}) \times (d_{2jk} \times n_{2jk} \times c_{tax} \times L) \\ & + \sum_{j \in J} \sum_{s \in S} CO2_{pv} \times e_{nmjs} \times c_{tax} \times L \times z_{js} \left. \right] - CO2_{cap} \times c_{tax} \times L \\ & + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (2 \times c_{vc} \times d_{1ij} \times n_{1ij} \times L) + \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} (2 \times c_{vc} \times d_{2jk} \times n_{2jk} \times L) \\ & + \sum_{j \in J} \sum_{s \in S} (f_{js} \times z_{js} + c_{pvjs} \times PV_{js}) + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} c_{nlip} \times y_{ijp} \times L \quad (1) \end{aligned}$$

Hàm mục tiêu (1) tối thiểu tổng chi phí bao gồm: chi phí phát thải khí CO₂ trong quá trình vận chuyển nguyên liệu và sản phẩm từ NCC đến NM và từ NM đến ĐL; chi phí phát thải CO₂ trong quá trình sử dụng điện từ PVs và vận chuyển nguyên liệu/sản phẩm; chi phí xây dựng NM và lắp đặt PVs; chi phí mua nguyên liệu.

*** Ràng buộc**

$$z_{js} = 1 \quad \forall j \in J, s \in S \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \bar{y}_{ijp} \geq 1 \quad \forall i = 1, 2 \quad (3)$$

$$\sum_{j \in J} \sum_{s \in S} z_{js} = v \quad (4)$$

$$\sum_{s \in S} z_{js} \leq 1 \quad \forall j \in J \quad (5)$$

$$pv_{js} = z_{js} \quad \forall j \in J, s \in S \quad (6)$$

$$\sum_{j \in J} x_{jk} = de_k \quad \forall k \in K \quad (7)$$

$$\sum_{k \in K} x_{jk} \geq LCL1_{js} \times z_{js} \quad \forall j \in J, s \in S \quad (8)$$

$$x_{jk} = \begin{cases} 1, & x_{jk} \geq LCL2_{jk} \\ 0, & \text{ngược lại} \end{cases} \quad \forall j \in J, k \in K \quad (9)$$

$$x_{jk} \leq M \times \bar{x}_{jk} \quad \forall j \in J, k \in K \quad (10)$$

$$\frac{y_{ijp}}{ord} \geq q_{ip} \times \bar{y}_{ijp} \quad \forall i \in I, p \in P, j \in J \quad (11)$$

$$\bar{y}_{ijp} \leq Sa_{ip} \quad \forall i \in I, p \in P, j \in J \quad (12)$$

$$y_{ijp} \leq M \times \bar{y}_{ijp} \quad \forall i \in I, p \in P, j \in J \quad (13)$$

$$\sum_{j \in J} y_{ijp} \leq a_{ip} \quad \forall i \in I, p \in P \quad (14)$$

$$\sum_{i \in I} y_{ijp} = \sum_{k \in K} \beta_{kp} \times x_{jk} \quad \forall j \in J, p \in P \quad (15)$$

$$\sum_{k \in K} x_{jk} = \sum_{s \in S} Max_{js} \times z_{js} \quad \forall j \in J \quad (16)$$

$$y_{ijp} = n1_{ij} \times t \quad \forall i \in I, j \in J, p \in P \quad (17)$$

$$x_{jk} = n2_{jk} \times t \quad \forall j \in J, k \in K \quad (18)$$

$$x_{jk}, y_{ijp}, n1_{ij}, n2_{jk} \geq 0, \text{ nguyên} \quad \forall i \in I, j \in J, p \in P, k \in K \quad (19)$$

Chuỗi cung ứng hiện tại có một nhà máy đã được xây dựng thể hiện qua ràng buộc (RB) (2). RB (3) quy định nhà cung cấp 1 và 2 (hai nhà cung cấp hiện

tại) sẽ cung cấp nguyên liệu cho nhà máy. RB (4) quy định số lượng nhà máy cần mở bao gồm nhà máy hiện tại. RB (5) thể hiện tại mỗi vị trí tiềm năng chỉ cần nhắc xây dựng một nhà máy với một quy mô duy nhất. RB (6) đảm bảo rằng nếu nhà máy được mở thì sẽ được lắp đặt PVs. RB (7) quy định nhu cầu của các đại lý phải được đáp ứng bởi nhà máy. RB (8) đảm bảo nhà máy sẽ được mở nếu tổng lượng vận chuyển từ nhà máy đến các đại lý lớn hơn lượng sản phẩm tối thiểu mà nhà máy sản xuất. RB (9) quy định số lượng sản phẩm tối thiểu cần để thiết lập hợp đồng tại mỗi nhà máy. RB (10) quy định nhà máy chỉ chuyển sản phẩm cho đại lý khi hợp đồng được thiết lập. RB (11) thể hiện mỗi nhà cung cấp có quy định về lượng nguyên liệu tối thiểu cần thiết mỗi lần đặt hàng để thiết lập hợp đồng. RB (12) đảm bảo hợp đồng sẽ không được thiết lập nếu như nhà cung cấp không bán nguyên liệu loại p. RB (13) quy định nguyên liệu sẽ được chuyển từ nhà cung cấp đến nhà máy nếu như hợp đồng được thiết lập. Khả năng của nhà cung cấp đối với mỗi loại nguyên liệu được thể hiện trong RB (14). RB (15) đảm bảo tổng lượng nguyên liệu loại p được yêu cầu để sản xuất sản phẩm phải được đáp ứng từ các nhà cung cấp. RB (16) đảm bảo lượng vận chuyển sản phẩm từ nhà máy đến đại lý không vượt quá khả năng sản xuất tối đa của nhà máy. RB (17) và (18) quy định số lần vận chuyển nguyên liệu từ nhà cung cấp đến nhà sản xuất và số lần vận chuyển sản phẩm từ nhà máy đến đại lý. RB (19) thể hiện số lượng sản phẩm, nguyên liệu và số lần vận chuyển là các biến nguyên dương.

6 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Mô hình đề xuất trên được giải bằng phần mềm Cplex phiên bản 12.4. Kết quả là NM tại Cần Thơ và NM hiện tại sẽ được chọn để xây dựng và lắp đặt PVs. Vị trí và quy mô NM trong SC như sau: NM hiện tại đặt tại Tiền Giang với quy mô 1.000 m², NM mới tại Cần Thơ với quy mô 1.500 m². Dựa trên kết quả từ mô hình, chi phí vận chuyển và lượng phát thải CO₂ được tính toán trong toàn SC.

Qua bảng số liệu trên cho thấy có 6 nhà cung cấp sẽ được chọn để cung cấp 4 loại nguyên liệu cho 2 nhà máy. Bảng 5 cho thấy nhà cung cấp 1 cung cấp cho nhà máy tại Cần Thơ, 4 loại nguyên liệu bao gồm vải, chỉ, nút áo và keo, mỗi loại là 150.000 đơn vị và các hàng còn lại là tương tự. Từ Bảng 5 ta thấy, chi phí vận chuyển và lượng CO₂ phát thải không những phụ thuộc vào khoảng cách vận chuyển mà còn phụ thuộc vào lượng vận chuyển từ nhà cung cấp đến nhà máy. Kết quả mô hình lựa chọn vị trí nhà cung cấp, nhà máy là tối ưu về khoảng cách vận chuyển và đảm bảo đáp ứng đủ nhu cầu của nhà máy để chi phí vận chuyển và thuế CO₂ là tối thiểu.

Bảng 5: Lượng nguyên liệu vận chuyển từ các nhà cung cấp đến các nhà máy

Nhà cung cấp	Nhà máy	Khoảng cách vận chuyển (km)	Lượng vận chuyển (NL)	Lượng CO ₂ phát thải từ vận chuyển (tấn/năm) (*)	Chi phí vận chuyển (VNĐ)
Công ty TNHH dệt may Trung Quy	Cần Thơ	166	150.000	28,44	185.629.500
Công ty TNHH Bao Bì Nhựa Tân An	Tiền Giang	22,3	132.000	3,36	21.944.538
	Cần Thơ	125	18.000	2,57	16.773.750
Công ty Cổ phần may Việt Thắng	Cần Thơ	20	150.000	3,43	22.368.000
Công ty TNHH dệt Tân Á	Tiền Giang	37,5	140.000	6,00	39.144.000
Công ty TNHH Formosa Taffeta	Tiền Giang	27,5	150.000	4,71	30.756.000
Công ty Cổ phần dệt may Đông Khánh	Tiền Giang	58,2	40.000	2,66	17.357.568

(*) Lượng CO₂ phát thải khi xe đầy tải và không tải được đề cập trong nghiên cứu (DEFRA, 2008)

Bảng 6: Lượng sản phẩm vận chuyển từ nhà máy đến các đại lý

Nhà máy	Đại lý	Khoảng cách (km)	Lượng vận chuyển (sản phẩm)	Lượng CO ₂ phát thải từ vận chuyển (tấn/năm)	Chi phí vận chuyển (VNĐ)
Cần Thơ	Cà Mau	150	70.000	11,99	78.277.500
	Cần Thơ	19	60.000	1,30	8.498.700
	Hậu Giang	42,5	50.000	2,43	15.841.875
	Kiên Giang	108	50.000	6,17	40.257.000
	Sóc Trăng	81,1	48.000	4,45	29.020.824
	Bạc Liêu	106	40.000	4,84	31.609.200
Tiền Giang	An Giang	176	100.000	20,10	131.208.000
	Vĩnh Long	74,8	80.000	6,83	44.610.720
	Đồng Tháp	94,1	80.000	8,6	56.121.240
	Long An	14,9	70.000	1,19	7.775.565
	Bến Tre	24,4	60.000	1,67	10.914.120
	Tiền Giang	21	50.000	1,20	7.827.750

Qua bảng số liệu trên lượng vận chuyển sản phẩm từ nhà máy tại Tiền Giang đến đại lý tại Vĩnh Long có khoảng cách là 74,8 km, lượng vận chuyển là 80.000 sản phẩm/năm thì lượng CO₂ phát thải là 6,83 tấn/năm và chi phí vận chuyển là 44.610.720 VNĐ/năm. Tiếp theo, nhà máy tại Tiền Giang giao hàng cho đại lý tại tỉnh Đồng Tháp có khoảng cách vận chuyển là 94,1 km, lượng vận chuyển là 80.000 sản phẩm/năm thì lượng phát thải CO₂ là 8,6 tấn/năm và chi phí vận chuyển là 56.121.240 VNĐ/năm. Từ đó, có thể thấy lượng vận chuyển như nhau nhưng khoảng cách xa hơn dẫn đến chi phí vận chuyển và lượng CO₂ phát thải sẽ nhiều hơn. Mặt khác, nhà máy tại Cần Thơ đến đại lý tại Bạc Liêu có khoảng cách là 106 km, lượng vận chuyển là 40.000 sản phẩm/năm và lượng CO₂ phát thải là 4,84 tấn/năm, chi phí vận chuyển là 31.609.200 VNĐ/năm. Nhà máy tại Tiền Giang giao hàng cho đại lý tại tỉnh Đồng Tháp khoảng cách vận chuyển là 94,1 km, lượng vận chuyển là 80.000 sản phẩm/năm và lượng phát thải CO₂ là 8,6 tấn/năm, chi phí vận chuyển là 56.121.240 VNĐ/năm. Có thể thấy lượng vận chuyển nhiều hơn, khoảng cách ngắn

hơn dẫn đến chi phí vận chuyển, lượng CO₂ phát thải sẽ nhiều hơn. Từ đó, có thể thấy chi phí vận chuyển và lượng CO₂ phát thải không những phụ thuộc vào khoảng cách vận chuyển mà còn phụ thuộc vào lượng vận chuyển từ nhà máy đến đại lý.

7 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Nghiên cứu xây dựng mô hình và giải bài toán quy hoạch tuyến tính nguyên hỗn hợp (MILP) để mở rộng SC của công ty may ABC tại khu vực ĐBSCL. Công ty tích hợp sử dụng PVs tại nhà máy nhằm giảm chi phí sử dụng điện và bảo vệ môi trường. Mục tiêu đề tài là xác định vị trí, quy mô tiềm năng để xây dựng nhà máy và tính toán được lượng vận chuyển nguyên liệu, sản phẩm cũng như lượng khí thải CO₂ trong toàn bộ SC. Từ đó, nghiên cứu sử dụng phần mềm Cplex nhằm tính toán tổng chi phí trong các hoạt động sản xuất, vận chuyển và chi phí thuê cho việc phát thải khí CO₂. Kết quả của mô hình cho thấy việc tích hợp PVs giúp tiết kiệm chi phí sử dụng điện và giảm lượng phát thải CO₂ trong hoạt động sản xuất, đồng thời giúp công ty giảm sự phụ thuộc vào lưới điện quốc gia. Nghiên cứu đề xuất mở rộng mô hình cho các SC ngành may trong

tương lai với đề xuất là nên xem xét mở rộng nhiều sản phẩm trong mô hình.

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 TSV2018-23.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Abdallah, T., Diabat, A., and Rigter, J., 2013.

Investigating the option of installing small scale PVs on facility rooftops in a green supply chain. *International Journal of Production Economics*. 146(2): 465-477.

Aichele, R., and Felbermayr, G., 2012. Kyoto and the carbon footprint of nations. *Journal of Environmental Economics and Management*. 63(3): 336-354.

Chandel, M., Agrawal, G. D., Mathur, S., and Mathur, A., 2014. Techno-economic analysis of solar photovoltaic power plant for garment zone of Jaipur city. *Case Studies in Thermal Engineering*. 2:1-7.

DEFRA., 2008. Guidelines to Defra's GHG Conversion Factors: Methodology Paper for Transport Emissions Factors. *Technical Report, Department of Environment, Food and Rural Affairs*.

Diabat, A., and Simchi-levi, D., 2010. A Carbon-Capped Supply Chain Network Problem. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. 523-527.

Handfield, R. B., Walton, S. V., Seegers, L. K., and Melnyk, S. A., 1997. 'Green' value chain practices in the furniture industry. *Journal of Operations Management*. 15(4): 293-315.

Ko, L., Wang, J.-C., Chen, C.-Y., and Tsai, H.-Y., 2015. Evaluation of the development potential of rooftop solar photovoltaic in Taiwan. *Renewable Energy*. 76: 582-595.

Muthukumarana, T. T., Karunathilake, H. P., Punchihewa, H. K. G., Manthilake, M. M. I. D., and Hewage, K. N., 2018. Life cycle environmental impacts of the apparel industry in Sri Lanka: Analysis of the energy sources. *Journal of Cleaner Production*. 172: 1346-1357.

Omu, A., Hsieh, S., and Orehounig, K., 2016. Mixed integer linear programming for the design of solar thermal energy systems with short-term storage. *Applied Energy*. 180: 313-326.

Rigter, J., and Vidican, G., 2010. Cost and optimal feed-in tariff for small scale photovoltaic systems in China. *Energy Policy*. 38(11): 6989-7000.

Sharafi, M., and Elmekawy, T. Y., 2014. Multi-objective optimal design of hybrid renewable energy systems using PSO-simulation based approach. *Renewable Energy*. 68: 67-79.

Srivastava, S. K., 2007. Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*. 9(1): 53-80.

Vanek, F. M., 2001. Analysis of the potential for spatial redistribution of freight using mathematical programming. *European Journal of Operational Research*. 131(1): 62-77.

Yu, M., Cecelja, F., and Hosseini, S. A., 2013. Design and Optimization of Biofuel Supply Chain Network in UK. In A. Kraslawski & I. Turunen (Eds.), *Computer Aided Chemical Engineering*. 32: 673-678.