



ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG MÔ HÌNH CỘNG SINH CÔNG NGHIỆP VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP THúc ĐẨY KINH TẾ TUẦN HOÀN TẠI KHU CÔNG NGHIỆP NAM CẦU KIỀN (HUYỆN THỦY NGUYÊN, HẢI PHÒNG)

NGUYỄN THIỆU ANH¹

TẠ THỊ YẾN², NGUYỄN THỊ LINH GIANG²

¹Hội Kinh tế Môi trường Việt Nam

²Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt:

Trong những năm gần đây, kinh tế tuần hoàn (KTTH) đang là xu hướng tất yếu ở Việt Nam cũng như các quốc gia trên thế giới. Đối với khu công nghiệp (KCN), mô hình KCN sinh thái (KCNST) dựa trên sinh thái công nghiệp, hướng đến sản xuất tuần hoàn thay vì tuyến tính, giúp tối ưu tài nguyên, chi phí, nâng cao hiệu quả môi trường và kinh tế, đồng thời gia tăng sự cạnh tranh, khả năng chống chịu rủi ro cho doanh nghiệp (DN). Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá hiện trạng mô hình cộng sinh công nghiệp (CSCN) ngành thép và đề xuất một số giải pháp thúc đẩy KTTH tại KCN Nam Cầu Kiền (huyện Thủy Nguyên, Hải Phòng). Bằng các phương pháp: Thu thập thông tin thứ cấp; điều tra, khảo sát thực địa; kiểm kê phát thải thông qua hệ số phát thải, nghiên cứu đã xác định được hiện trạng thực hiện CSCN của các DN ngành thép tại KCN Nam Cầu Kiền. Đồng thời, đưa ra một số giải pháp nhằm thúc đẩy áp dụng KTTH đối với ngành thép ở Việt Nam nói chung, KCN Nam Cầu Kiền nói riêng.

Từ khóa: KTTH, CSCN, ngành thép.

Ngày nhận bài: 20/12/2024; Ngày sửa chữa: 14/1/2025; Ngày duyệt đăng: 7/2/2025.

Assessment of the state of the industrial symbiosis model and proposed solutions to promote circular economy in Nam Cau Kien industrial park (Thuy Nguyen district, Hai Phong)

Abstract:

In recent years, circular economy (CE) has become an inevitable trend in Vietnam and around the world. For industrial parks (IPs), the eco-industrial park (EIP) model, based on industrial ecology, focuses on circular production instead of linear production. This model optimizes resources, costs, improves environmental and economic efficiency, while enhancing competitiveness and risk resilience for businesses. This study aims to assess the state of the industrial symbiosis (IS) model in the steel industry and propose solutions to promote CE at Nam Cau Kien Industrial Park (Thuy Nguyen District, Hai Phong). Through methods such as secondary data collection, field surveys, and emissions inventory using emission factors, the study identifies the current implementation of IS among steel companies in Nam Cau Kien IP. Additionally, the study proposes solutions to promote the application of CE in the steel industry in Vietnam in general, and Nam Cau Kien IP in particular.

Keywords: Circular economy, industrial symbiosis, steel industry.

JEL Classifications: Q51, Q52, Q55, Q57, Q59.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

1.1. Khái quát về KTTH

Tính đến nay, có tới hơn 100 định nghĩa về KTTH được sử dụng trong các tài liệu khoa học và tạp chí chuyên ngành, do khái niệm này được đề xuất bởi các nhà nghiên cứu thuộc nhiều lĩnh vực khác nhau. Tuy nhiên, được thừa nhận rộng rãi nhất là khái niệm KTTH do Tổ chức Ellen MacArthur Foundation (EMF) trình bày tại Hội nghị Kinh tế toàn cầu năm

2012: “KTTH là một hệ thống có tính tái tạo, khôi phục thông qua kế hoạch và thiết kế chủ động, thay thế khái niệm “kết thúc vòng đời” của vật liệu bằng khái niệm khôi phục, chuyển dịch theo hướng sử dụng năng lượng tái tạo, không dùng hóa chất độc hại gây tổn hại tới việc tái sử dụng và hướng tới giảm thiểu chất thải thông qua thiết kế vật liệu, sản phẩm, hệ thống kỹ thuật, mô hình kinh doanh trong phạm vi của nó” (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

Nguồn: Ellen MacArthur Foundation



▲ Hình 1. Minh họa hệ thống KTTH - Thu hồi chủ động

Nguồn: Ellen MacArthur Foundation-2019, Towards the circular economy

Ở Việt Nam, định nghĩa KTTH được Viện Chiến lược, Chính sách TN&MT (2020) đưa ra: “KTTH là nền kinh tế tối đa hóa các giá trị của vật liệu đầu vào và giảm thiểu chất thải thông qua việc thay đổi cách mà hàng hóa, dịch vụ được thiết kế, sản xuất, sử dụng theo hướng chất thải của quy trình này có thể trở thành nguyên liệu đầu vào cho quy trình khác, đồng thời, các sản phẩm có thể được sửa chữa, tái chế, tái sử dụng thay vì thải bỏ. Từ đó, kéo dài tuổi thọ vật chất, chuyển chất thải từ điểm cuối cùng của hệ thống trở lại điểm đầu, giảm thiểu các tác động tiêu cực tới môi trường” (Bùi Thị Hoàng Lan, 2020. Phát triển nền KTTH ở một số quốc gia và bài học cho Việt Nam).

Theo đó, KTTH đề cập tới 3 vấn đề, đồng thời cũng là 3 nguyên tắc:

(i) **Tránh lãng phí và ô nhiễm ngay từ đầu:** Bảo tồn, tái tạo các nguồn lực tự nhiên thông qua việc kiểm soát, sử dụng hợp lý tài nguyên, hạn chế sử dụng tài nguyên hóa thạch và tăng cường sử dụng nguồn lực tái tạo.

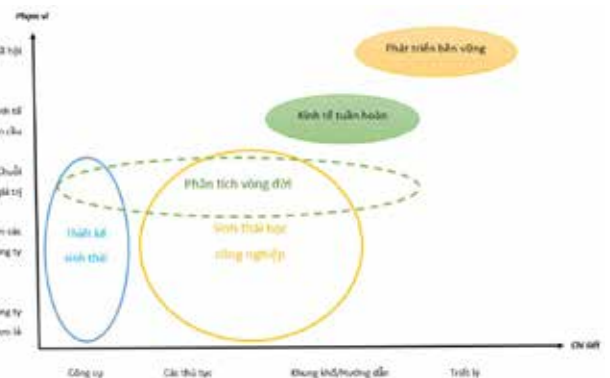
(ii) **Kéo dài vòng đời của sản phẩm, nguyên vật liệu:** Tối ưu hóa lợi ích của tài nguyên bằng cách thiết kế các vòng tuần hoàn của sản phẩm và vật liệu trong các chu trình kỹ thuật, sinh học.

(iii) **Thúc đẩy tái tạo các hệ thống tự nhiên:** Hạn chế ngoại tác tiêu cực của việc khai thác, sử dụng tài nguyên thông qua nâng cao hiệu quả quản lý và kiểm soát chất thải, ô nhiễm môi trường.

1.2. Khái quát về khu công nghiệp sinh thái

Sinh thái công nghiệp ra đời từ việc thay đổi quan niệm quản lý môi trường, dựa trên sự tương đồng giữa hệ sinh thái tự nhiên và quá trình sản xuất công nghiệp, với mục tiêu bền vững.

Theo đó, mục tiêu của sinh thái công nghiệp là: (1) Tối ưu hóa nguyên liệu (ít chất thải); (2) Tối ưu hóa năng lượng; (3) Tối ưu hóa vốn (con người và tài chính). Về bản chất, sinh thái học công nghiệp là hệ thống khép kín, tương tự hệ sinh thái tự nhiên với 6 đặc trưng: (1) Tương tự như hệ sinh học; (2) Quan điểm hệ thống; (3) Thay đổi về công nghệ; (4) Vai trò của các công ty; (5) Giảm sử dụng nguyên vật liệu và hiệu quả sinh thái; (6) Luôn phát triển (Lifset, R.L and T.E. Graedel, 2002). Industrial ecology: Goals and definitions. In Ayres, R.U and L.W Ayres eds, 2002).



▲ Hình 2. Khuôn khổ công nghiệp bền vững

Nguồn: Chỉnh sửa từ CIRAI (2015)



Bảng 1. Tổng hợp các khái niệm về KCNST

Tác giả	Khái niệm KCNST
Lowe et al., 1995	KCNST là một cộng đồng các DN hoạt động trong lĩnh vực sản xuất công nghiệp và dịch vụ cùng tìm kiếm sự cải thiện trong hoạt động của mình đứng trên khía cạnh kinh tế và môi trường, thông qua sự kết hợp trong việc quản lý các vấn đề liên quan đến môi trường và tài nguyên.
PCSD (1996)	KCNST bao gồm một cộng đồng các DN hợp tác với nhau và với cộng đồng xung quanh để chia sẻ tài nguyên một cách hiệu quả (bao gồm thông tin, nguyên vật liệu, nước, năng lượng, cơ sở hạ tầng và môi trường tự nhiên).
Heinz et al., 2015	KCNST là một tập hợp các DN cùng chia sẻ nguồn tài nguyên nhằm gia tăng lợi nhuận và giảm thiểu tác động tiêu cực lên môi trường. Triển khai mô hình KCNST sẽ góp phần đáng kể trong việc xây dựng nền kinh tế phát triển bền vững (PTBV).
UNIDO (2017)	KCNST được định nghĩa là một khu vực dành cho các hoạt động công nghiệp được xây dựng nhằm đảm bảo tính bền vững thông qua việc tích hợp các khía cạnh xã hội, kinh tế và môi trường. Thuật ngữ KCNST xanh được sử dụng cho các KCNST hoàn toàn mới và thuật ngữ KCNST nâu được sử dụng cho các KCN được chuyển đổi sang mô hình KCNST.
Nghị định số 82/2018/NĐ-CP (2018)	KCNST là KCN trong đó có các DN tham gia vào hoạt động sản xuất sạch hơn và sử dụng hiệu quả tài nguyên, có sự liên kết, hợp tác trong sản xuất để thực hiện các hoạt động CSCN nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế, môi trường, xã hội của DN.
Nghị định số 35/2022/NĐ-CP (2022)	KCNST là KCN mà trong đó có DN tham gia vào hoạt động sản xuất sạch hơn và sử dụng hiệu quả tài nguyên, có sự liên kết, hợp tác trong sản xuất để thực hiện hoạt động CSCN; đáp ứng các tiêu chí quy định tại Nghị định này (Nghị định số 35/2022/NĐ-CP).

Nguồn: Tổng hợp từ nhiều nguồn

Tổng hợp lại, KCNST có thể được hiểu là KCN mà trong đó cộng đồng các DN bên trong liên kết với nhau để hướng tới mục tiêu PTBV. KCNST là một cộng đồng phát triển hài hòa, thân thiện với môi trường và dân cư xung quanh. Để đạt được điều đó, DN bên trong KCN không chỉ cùng chia sẻ các nguồn tài nguyên như nguyên vật liệu đầu vào, nước, chất thải, thông tin, nguồn lao động với nhau mà còn chia sẻ với cộng đồng và DN xung quanh (bên ngoài phạm vi của KCN).

Hiện nay, Việt Nam đã và đang thu hút các nhà đầu tư phát triển mô hình KCNST nhằm đảm bảo PTBV, đáp ứng xu hướng xanh hóa nền kinh tế và mục tiêu đưa mức phát thải ròng về “0” - Net zero vào năm 2050 mà Việt Nam đã cam kết tại Hội nghị lần thứ 26 các bên tham gia Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (BĐKH) (COP26).

KCN Nam Cầu Kiển, huyện Thủy Nguyên, Hải Phòng là một trong những KCN tiên phong tại Việt Nam áp dụng mô hình CSCN. Với việc tận dụng tài nguyên, chất thải từ các DN trong KCN, đã đạt được những kết quả tích cực về giảm phát thải và tối ưu hóa chi phí. Tuy nhiên, thực tiễn triển khai CSCN tại đây vẫn tồn tại một số hạn chế như: Thiếu sự đồng bộ trong quản lý, hạn chế trong áp dụng công nghệ, sự tham gia của các DN chưa hiệu quả... đặt ra yêu cầu cần nghiên cứu hiện trạng của mô hình CSCN tại Nam Cầu Kiển để đánh giá hiệu quả, kịp thời phát hiện tồn tại, từ đó đề xuất giải pháp nhằm góp phần thúc đẩy thực hiện KTTH một cách toàn diện và bền vững.

Từ thực tiễn nêu trên, nghiên cứu “Đánh giá hiện trạng mô hình CSCN và đề xuất giải pháp thúc đẩy thực hiện KTTH tại KCN Nam Cầu Kiển, huyện Thủy Nguyên, Hải Phòng” được thực hiện nhằm giải quyết các vấn đề cấp thiết trong một KCN đang đi đúng xu hướng và có tính lan tỏa mạnh mẽ mô hình hoạt động trong cộng đồng DN. Nghiên cứu sẽ đóng góp vào hệ thống lý thuyết về CSCN, KTTH; làm rõ mối quan hệ giữa hai mô hình này và cách thức tích hợp để đạt hiệu quả cao nhất. Đồng thời, nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học, dữ liệu thực nghiệm cho việc xây dựng chính sách PTBV tại các KCN, nhất là trong bối cảnh Việt Nam đang chuyển đổi mạnh mẽ sang nền KTTH.

2. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Các DN trong KCN Nam Cầu Kiển (huyện Thủy Nguyên, Hải Phòng).

Thời gian: Từ tháng 4/2023 - 1/2024.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- *Thu thập thông tin thứ cấp:* Tổng hợp các công trình nghiên cứu có liên quan đến KCNST, CSCN, KTTH của ngành thép; thu thập thông tin về đối tượng nghiên cứu thông qua cổng thông tin trên internet: Tài liệu quốc tế, các bài báo...; thu thập thông tin, số liệu, tài liệu liên quan đến hiện trạng mô hình CSCN; thông tin từ các văn bản pháp luật hiện hành liên quan đến KTTH, KCNST, CSCN.

- Điều tra, khảo sát thực địa: Khảo sát 28 phiếu bảng hỏi (bao gồm 16 phiếu đối với DN tham gia cộng sinh ngành thép; 4 phiếu đối với DN không tham gia cộng sinh ngành thép; 1 phiếu đối với chủ đầu tư; 1 phiếu đối với cán bộ chính quyền huyện Thủy Nguyên; 6 phiếu đối với người dân xung quanh KCN Nam Cầu Kiền) về các vấn đề liên quan đến thực hiện KTTH, CSCN; nhận thức về mô hình KCNST; ý thức trong công tác BVMT; hiệu quả lợi ích của DN; thu nhập của người lao động; nâng cao kinh tế của đời sống dân cư xung quanh.

- Kiểm kê phát thải thông qua hệ số phát thải:

* Kiểm kê phát thải khí nhà kính (KNK) từ nhiên liệu: $E_j = Q_j \times E_fj$

Trong đó: E_j : Lượng phát thải khí j khi tiêu thụ nhiên liệu (j : CO_2 , CH_4 , N_2O) (kg)

Q_j : Lượng năng lượng tiêu thụ từ nhiên liệu (TJ):

$Q_j = q_j \times m$

(q_j : Nhiệt trị của nhiên liệu (TJ/kg); m : Khối lượng nhiên liệu tiêu thụ (kg))

E_fj : Hệ số phát thải của nhiên liệu (kg/TJ) .

Hệ số phát thải của các chất KNK đối với việc sử dụng nhiên liệu theo IPCC 2006 được thể hiện tại Bảng 2.

Bảng 2. Hệ số phát thải của KNK khi sử dụng một số nhiên liệu

(Nguồn: Bảng 2.3, Chương 2, tập 2, IPCC 2006)

STT	Nhiên liệu	Hệ số phát thải (kg/TJ)		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1	Coking Coal (Than cốc)	94.600	10	1,5
2	Crude Oil (Dầu thô)	73.300	3	0,6
3	Natural Gas Liquids (Khí thiên nhiên lỏng)	64.200	3	0,6
4	Gas/Diesel Oil (Xăng, Dầu DO)	74.100	3	0,6
5	Ethane (Ê-tan)	61.600	1	0,1
6	Lignite (Than bùn)	101.000	10	1,5
7	Oil Shale and Tar Sands (Đá phiến dầu và cát hắc ín)	107.000	10	1,5

Tổng lượng CO_{2e} phát thải được tính theo công thức:

$$\Sigma E_{CO_{2e}} = E_{CO_2} + 27,9 \times E_{CH_4} + 273 \times E_{N_2O}$$

Với:

+ $E_{CO_{2e}}$: Lượng phát thải CO₂ tương đương

+ E_{CO_2} : Lượng phát thải CO₂

+ E_{CH_4} : Lượng phát thải CH₄

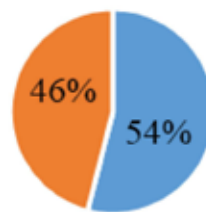
+ E_{N_2O} : Lượng phát thải N₂O

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng sản xuất và vận hành của khu công nghiệp Nam Cầu Kiền

3.1.1. Hiện trạng sản xuất, loại hình sản xuất, số lượng DN của KCN Nam Cầu Kiền

Hiện nay, KCN Nam Cầu Kiền có khoảng 80 DN đang hoạt động thuộc nhiều lĩnh vực sản xuất khác nhau, tập trung chủ yếu vào một số ngành nghề chính như luyện kim, cơ khí, chế tạo máy móc, chế biến nông sản, sản xuất vật liệu xây dựng và các ngành phụ trợ. Trong đó, ngành sản xuất chính chiếm 54% (42 DN); ngành phụ trợ chiếm 46% (36 DN).

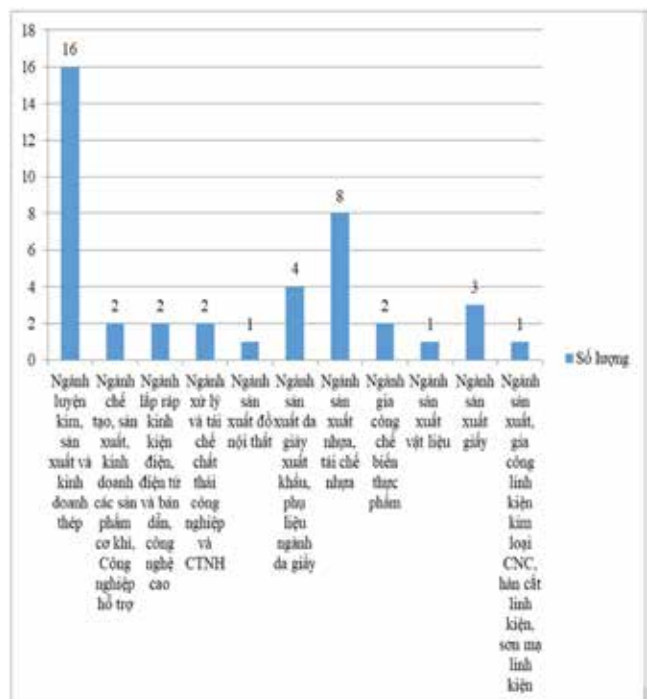


▲ Hình 3. Tỷ lệ ngành sản xuất chính và phụ trợ trong KCN Nam Cầu Kiền

- Ngành sản xuất chính
- Ngành phụ trợ

Nguồn: Công ty Cổ phần Shinec

Có thể thấy, KCN Nam Cầu Kiền đã thể hiện sự đa dạng trong các hoạt động sản xuất kinh doanh. Những loại hình chủ yếu tại KCN này bao gồm:



▲ Hình 4. Số lượng các ngành sản xuất chính trong KCN Nam Cầu Kiền

Nguồn: Công ty Cổ phần Shinec



- *Công nghiệp ngành thép*: Đây là một trong những ngành công nghiệp chủ lực của KCN Nam Cầu Kiển (chiếm tỷ lệ 38% - 16 DN), đóng góp đáng kể vào tổng sản phẩm của KCN.

- *Công nghiệp chế biến, lắp ráp*: Các DN trong ngành này thường tập trung vào sản xuất sản phẩm điện tử, cơ khí, ô tô, linh kiện... (chiếm tỷ lệ 12%).

- *Công nghiệp hỗ trợ*: Các DN cung cấp dịch vụ hỗ trợ cho sản xuất như gia công cơ khí, đúc khuôn, xử lý bề mặt... (chiếm tỷ lệ 12%).

- *Logistics và dịch vụ*: Các DN cung cấp dịch vụ logistics, vận tải, kho bãi...

3.1.2. Hiện trạng vận hành hoạt động của KCN Nam Cầu Kiển

KCN Nam Cầu Kiển do Shinec quản lý, thực hiện theo quy định Nhà nước về đầu tư KCN. Bộ máy tổ chức tại KCN Nam Cầu Kiển gồm: (i) Trưởng ban: Chịu trách nhiệm dự án, chỉ đạo và báo cáo kết quả lên Ban Quản trị; (ii) Ban Kiểm soát: Giám sát, kiểm tra việc thực hiện quy định, quy hoạch, kế hoạch dự án; (iii) Các bộ phận cấp dưới: Triển khai, phổ biến thông tin, thực hiện nhiệm vụ và báo cáo kinh phí, kết quả.

Dự án do Công ty Cổ phần Shinec làm chủ đầu tư, dưới sự quản lý trực tiếp của Shinec.

3.1.3. Hiện trạng quản lý nước thải, chất thải, khí thải tại KCN Nam Cầu Kiển

Tại KCN Nam Cầu Kiển, hệ thống quản lý môi trường được triển khai đồng bộ nhằm đảm bảo tuân thủ các quy định của pháp luật. Nước mưa được thu gom qua hệ thống ống bê tông và chảy ra sông Cấm; nước thải từ các nhà máy sau khi xử lý sơ bộ sẽ được dẫn về hệ thống xử lý nước thải tập trung, công suất 2.000 m³/ngày, đêm.

Chất thải rắn sinh hoạt với khối lượng phát sinh khoảng 50 kg/ngày, được thu gom 3 lần/tuần và xử lý kịp thời; chất thải nguy hại được phân loại, lưu trữ riêng biệt trong kho chuyên dụng, sau đó vận chuyển đến đơn vị xử lý theo đúng quy định. Đối với khí thải, KCN trang bị hệ thống quan trắc tự động, kết hợp giám sát định kỳ nhằm đảm bảo chất lượng không khí tuân thủ yêu cầu của cơ quan quản lý và nội quy KCN.

3.2. Hiện trạng mô hình cộng sinh công nghiệp trong khu công nghiệp Nam Cầu Kiển

3.2.1. Hiện trạng hoạt động của các chuỗi CSCN

Hiện tại, KCN Nam Cầu Kiển đã liên kết đa dạng nhóm cộng sinh, gồm chuỗi cộng sinh phụ trợ chung cho KCN và chuỗi CSCN giữa các DN tại KCN. Cụ thể:

- *Chuỗi cộng sinh phụ phẩm*: Sản phẩm phụ của ngành thép được xử lý, trở thành vật liệu san lấp, phụ phẩm xi măng...

- *Chuỗi cộng sinh tiện ích*: Xây dựng hệ thống điện năng lượng mặt trời 110 kV, cung cấp điện cho KCN; Nhà máy xử lý nước thải cho toàn bộ KCN;

- *Chuỗi cộng sinh cung ứng*: Chuỗi cộng sinh cung ứng trong KCN được hình thành với mối liên kết chặt chẽ giữa các DN. Cụ thể, sản phẩm phi thép được sử dụng để tạo ra các loại thép thành phẩm, trong khi phụ phẩm xi măng được cung cấp cho các nhà máy xi măng để sản xuất xi măng. Đồng thời, các chuỗi hạt nhựa được cung ứng cho DN sản xuất nhựa thành phẩm và các DN cung cấp thiết bị máy móc cùng dịch vụ bảo dưỡng hệ thống thiết bị đóng vai trò hỗ trợ quan trọng cho ngành thép trong KCN.

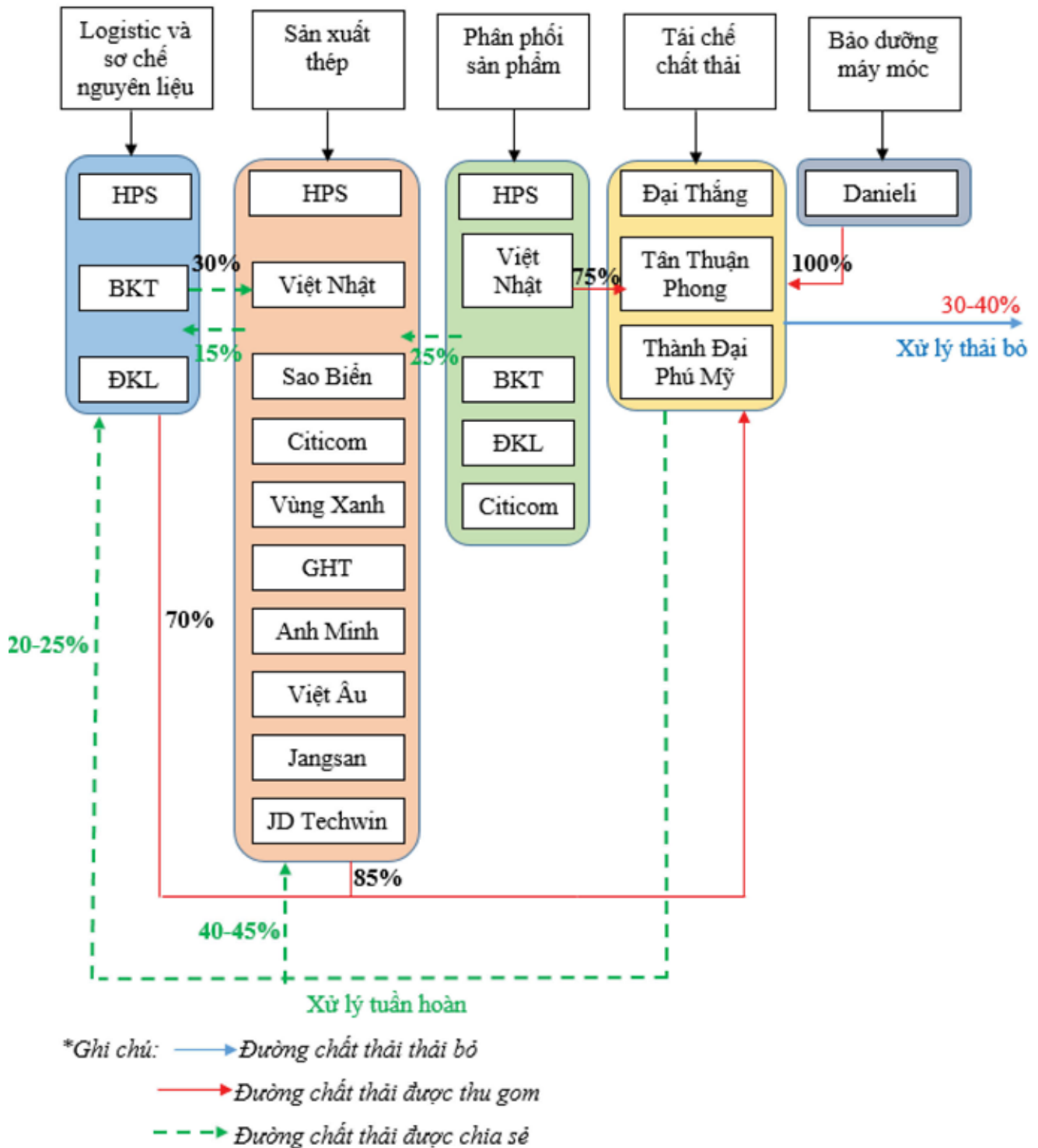
3.3.2. Thuận lợi, khó khăn trong xây dựng, vận hành chuỗi CSCN

KCN Nam Cầu Kiển có nhiều thuận lợi để triển khai mô hình CSCN như sự đa dạng ngành nghề, tạo nguồn tài nguyên sẵn có hỗ trợ cho chuỗi cộng sinh; các nhà đầu tư tham gia CSCN được bảo vệ bằng cam kết trách nhiệm, giảm thiểu rủi ro đứt gãy chuỗi. Hơn nữa, DN còn được hỗ trợ xây dựng thương hiệu, mở rộng kinh doanh, áp dụng công nghệ hiện đại. Tuy nhiên, quá trình thực hiện CSCN gặp khó khăn do thiếu hành lang chính sách và bộ tiêu chí cụ thể, cùng với việc phân loại ngành nghề không phù hợp, gây lãng phí tài nguyên. Ngành thép được chọn làm chuỗi cộng sinh chính vì tiêu tốn nhiều tài nguyên, năng lượng và tạo ra nhiều chất thải. Ngành thép không chỉ quan trọng đối với KCN mà còn đóng vai trò quyết định trong việc thúc đẩy KTTH và PTBV tại đây.

3.3. Đánh giá hiện trạng, hiệu quả về chuỗi cộng sinh ngành thép trong Nam Cầu Kiển

3.3.1. Đánh giá hiện trạng chuỗi CSCN ngành thép

Hoạt động cộng sinh giữa các DN trong KCN Nam Cầu Kiển, đặc biệt trong chuỗi cung ứng thép tạo ra một mạng lưới hợp tác tối ưu hóa sử dụng tài nguyên và giảm thiểu chất thải. Chất thải từ một DN được tái chế hoặc chuyển hóa thành nguyên liệu cho DN khác, tạo thành vòng tuần hoàn khép kín. Ví dụ, xỉ lò được tái sử dụng làm vật liệu xây dựng hoặc nguyên liệu cho công nghiệp xi măng, trong khi khí thải và hơi được thu hồi để sản xuất năng lượng. Hoạt động này không chỉ giảm chi phí mà còn tạo giá trị kinh tế mới, giảm tác động tiêu cực đến môi trường, thúc đẩy PTBV tại KCN.



*Ghi chú: —→ Đường chất thải thải bỏ
 —→ Đường chất thải được thu gom
 - - - → Đường chất thải được chia sẻ

▲ Hình 6. Sơ đồ mô tả hoạt động của chuỗi CSCN ngành thép tại KCN Nam Cầu Kiền

Nguồn: Công ty Cổ phần Shinec

Sơ đồ trên thể hiện chuỗi CSCN giữa các DN ngành thép trong KCN Nam Cầu Kiền theo từng giai đoạn từ logistics, sản xuất, phân phối đến tái chế chất thải và bảo dưỡng máy móc. Cụ thể như sau :

Logistics và sơ chế nguyên liệu (HPS, BKT, ĐKL): Các DN này cung cấp nguyên liệu thô, chủ yếu là sắt thép phế liệu và một số phụ gia. Khoảng 20 - 25%

nguyên liệu được chia sẻ lại cho các DN trong KCN (mũi tên xanh lá đứt đoạn); 15% chất thải phát sinh trong quá trình sơ chế nguyên liệu được thu gom để xử lý tiếp.

Sản xuất thép (HPS, Việt Nhật, Sao Biển, Citicom, Vùng Xanh, GHT, Anh Minh, Việt Âu, Jangsan, JD Techwin): Đây là giai đoạn chính trong quá trình



sản xuất thép. 70% nguyên liệu đầu vào đến từ chuỗi cung ứng logistics trong KCN; 85% chất thải phát sinh trong quá trình sản xuất được xử lý tuần hoàn (tái chế hoặc tái sử dụng trong KCN); 40 - 45% chất thải từ sản xuất thép có thể được chia sẻ với các DN tái chế trong KCN (mũi tên xanh lá).

Phân phối sản phẩm (HPS, Việt Nhật, BKT, DKL, Citicom): Các DN phân phối thép thành phẩm và sản phẩm phụ từ quá trình sản xuất; 25% chất thải phát sinh từ hoạt động này được thu gom để xử lý hoặc tái chế.

Tái chế chất thải (Đại Thắng, Tân Thuận Phong, Thành Đại Phú Mỹ): 75% chất thải từ sản xuất thép và phân phối được gửi đến các công ty tái chế; một phần chất thải tái chế được đưa trở lại quy trình sản xuất, tạo thành vòng tuần hoàn trong KCN.

Bảo dưỡng máy móc (Danieli): Các DN thép sử dụng dịch vụ bảo dưỡng máy móc từ Danieli; khoảng 30 - 40% chất thải từ bảo trì máy móc (mũi tên xanh dương) không thể tái chế và phải xử lý, thải bỏ; 100% chất thải từ bảo dưỡng được thu gom (mũi tên đỏ), chuyển đến đơn vị xử lý chất thải (XLCT).

Những DN trong chuỗi cung ứng thép đã tạo ra một mạng lưới các mối quan hệ hợp tác chặt chẽ, trong đó chất thải của DN này sẽ là nguồn nguyên liệu quý giá cho DN khác, tạo thành một vòng tuần hoàn chất thải, trong đó một số loại chất thải như bụi thép, xỉ lò, khí thải được tái sử dụng, tái chế hoặc chuyển đổi thành sản phẩm có giá trị. Ví dụ hơi và khí thải có thể được thu hồi, tái sử dụng trong các quá trình sản xuất năng lượng hoặc nguyên liệu khác.

Mô hình CSCN không chỉ giúp giảm thiểu ô nhiễm môi trường mà còn mang lại hiệu quả kinh tế, khi các DN có thể tiết kiệm chi phí XLCT và giảm bớt phụ thuộc vào nguyên liệu thô. Hơn nữa, việc tối ưu hóa các quy trình này còn giúp giảm lượng phát thải KNK, một trong những nguyên nhân chính gây BĐKH. Các giải pháp này không chỉ mang lại lợi ích cho DN, mà còn đóng góp vào mục tiêu phát triển công nghiệp bền vững, vì chúng thúc đẩy việc tiết kiệm tài nguyên, giảm thiểu ô nhiễm và tạo ra những mô hình sản xuất hiệu quả, thân thiện với môi trường.

Tuy nhiên, chuỗi CSCN ngành thép tại KCN Nam Cầu Kiền vẫn còn một số hạn chế cần khắc phục. Một trong những vấn đề lớn là chuỗi cộng sinh này vẫn tập trung chủ yếu vào khâu sản xuất, chưa khai thác hết tiềm năng trong các lĩnh vực khác như thiết kế, nghiên cứu phát triển và dịch vụ. Điều này hạn chế khả năng mở rộng cũng như PTBV của chuỗi cộng sinh.

3.3.2. Đánh giá hiệu quả về sử dụng năng lượng và cắt giảm KNK

Theo Báo cáo của Global Efficiency Intelligence năm 2022, đối với một nhà máy BF-BOF (Blast

Furnace-Basic Oxygen Furnace) - Lò cao, lò luyện oxy cơ bản điển hình, tỷ lệ than cốc sử dụng trên 1 tấn thép thô thường nằm trong khoảng 0,5 - 0,6 tấn than cốc/1 tấn thép.

Trong một nhà máy thép phế liệu-EAF (Electric Arc Furnace) - Lò hồ quang điện thông thường, mức tiêu thụ than thấp hơn đáng kể so với các nhà máy BF-BOF do phụ thuộc vào thép phế liệu làm nguyên liệu thô chính. Tuy nhiên, than vẫn đóng vai trò quan trọng trong các quy trình, cụ thể là trong hoạt động của EAF. Than thường ở dạng than antraxit hoặc than nghiền, chủ yếu được sử dụng để điều chỉnh hàm lượng carbon trong thép nóng chảy. Trung bình, các nhà máy EAF tiêu thụ khoảng 10 - 15 kg than cốc cho mỗi tấn thép thô, bên cạnh đó, tổng lượng tiêu thụ than nhiệt dao động khoảng 0,36 - 0,43 tấn/1 tấn thép.

Trong một nhà máy thép DRI-EAF (khử trực tiếp quặng sắt trong lò hồ quang điện) than điển hình, chủ yếu sử dụng than nhiệt. Than nhiệt cung cấp cả carbon monoxide cần thiết để khử quặng sắt thành sắt xốp về mặt hóa học và nhiệt cần thiết để duy trì nhiệt độ vận hành lò cao. Do đó, tổng mức tiêu thụ than nhiệt dao động từ 1,4 - 1,9 tấn than nhiệt/1 tấn thép được sản xuất đối với một nhà máy than-DRI-EAF thông thường.

Để đánh giá, so sánh lượng KNK phát thải từ hoạt động sản xuất thép, nhóm nghiên cứu đã thực hiện tính định mức than tiêu thụ cơ bản cho quá trình sản xuất 1 tấn thép với nhiều công nghệ sản xuất khác nhau. Kết quả thu được như sau:

Bảng 3. Tổng hợp kết quả tính tổng lượng phát thải KNK theo định mức chung

STT	Công nghệ sản xuất thép	Lượng than tiêu thụ (tấn than/1 tấn thép)	ECO ₂ ^e (tấn)
1	BF-BOF (Lò cao - Lò luyện oxy cơ bản)	0,5 - 0,6	1,34 - 1,61
2	EAF (Lò hồ quang điện)	0,01 - 0,02	0,02 - 0,04
3	DRI-EAF (Khử trực tiếp quặng sắt trong lò hồ quang điện)	1,4 - 1,9	3,76 - 5,10

Nguồn: Global Efficiency Intelligence

Đối với DN sản xuất thép có tham gia vào mô hình CSCN tại KCN Nam Cầu Kiền, nhóm nghiên cứu đã tiến hành điều tra, khảo sát thực tế, thu thập thông tin chi tiết về tình hình tiêu thụ than của Công ty Cổ phần Sản xuất và Thương mại thép HPS.

Theo dữ liệu thu thập được, công suất sản xuất thép của Nhà máy đạt 110.000 tấn/năm, bao gồm

nhiều loại thép khác nhau, phục vụ cho nhu cầu trong nước và xuất khẩu. Nguyên liệu đầu vào trong quy trình sản xuất chủ yếu là sắt, thép phế liệu, cùng với một số phụ gia hợp kim như mangan (Mn), silic (Si)... Những nguyên liệu này được thu mua từ các đơn vị kinh doanh thương mại trong KCN Nam Cầu Kiền và các DN nội địa, góp phần vào chuỗi cung ứng tuần hoàn, bền vững.

DN này sử dụng công nghệ EAF trong quá trình sản xuất thép, trong đó, nguyên liệu, hóa chất phục vụ Nhà máy trong quá trình hoạt động bao gồm:

Bảng 4. Nguyên liệu, hóa chất phục vụ nhà máy trong quá trình sản xuất

STT	Nguyên vật liệu	Nhu cầu sử dụng (tấn/110.000 tấn thép)	Định mức sử dụng than (tấn/1 tấn thép)
1	Bột đá thạch anh đầm lò	550	0,005
2	Mangan	550	0,005
3	Silic	550	0,005
4	Nhôm	220	0,002
5	Gang	3.300	0,03
6	Sắt thép phế liệu	115.500	1,05
7	Than	0,01	9 x 10 - 8

Nguồn: Công ty Cổ phần Sản xuất và Thương mại thép HPS

Như vậy, có thể thấy, DN này sử dụng một lượng than cốc rất thấp trong quá trình sản xuất thép tại nhà máy, chủ yếu phục vụ mục đích tạo môi trường khử, hỗ trợ tạo bột xỉ hoặc bổ sung các-bon cho thành phần thép. Việc tiêu thụ than cốc ở mức tối thiểu không chỉ giúp DN giảm chi phí nguyên liệu đầu vào mà còn góp phần đáng kể vào việc giảm lượng phát thải khí CO₂, giúp quá trình sản xuất thân thiện hơn với môi trường.

So với định mức chung của Global Efficiency Intelligence công bố vào năm 2022, lượng than cốc mà DN HPS sử dụng trong quá trình sản xuất thép tại nhà máy thấp hơn khoảng 100 lần so với mức trung bình toàn cầu. Đây là một con số ấn tượng, phản ánh nỗ lực của DN trong việc tối ưu hóa công nghệ sản xuất, hướng tới mô hình luyện thép ít phát thải. Điều này không chỉ mang lại lợi ích về kinh tế mà còn giúp HPS nâng cao vị thế cạnh tranh trong ngành, đặc biệt là trong bối cảnh ngày càng có nhiều tiêu chuẩn khắt khe hơn về môi trường và phát thải các-bon trong ngành công nghiệp thép trên thế giới.

Ngoài ra, việc giảm thiểu tối đa lượng than cốc tiêu thụ còn góp phần giảm sự phụ thuộc vào nguyên liệu đầu vào, nhất là trong bối cảnh nguồn cung than cốc toàn cầu có nhiều biến động về giá cả, sản lượng. Điều này giúp HPS chủ động hơn trong việc kiểm soát chi phí sản xuất, ổn định giá thành sản phẩm, từ đó nâng cao hiệu quả kinh doanh trong dài hạn.

Bảng 5. Kết quả tính tổng lượng phát thải KNK của DN thép HPS

STT	Ngành nghề kinh doanh	Lượng than tiêu thụ (tấn than/1 tấn thép)	ECO _{2e} (tấn)
1	Sản xuất và kinh doanh sản phẩm thép	9 x 10 - 8	2,4 x 10 - 7

Có thể thấy, tổng lượng KNK phát sinh trong quá trình sản xuất 1 tấn thép tại DN HPS là rất thấp, thậm chí có thể coi là không đáng kể so với các công nghệ sản xuất thép truyền thống. Điều này chủ yếu xuất phát từ việc DN áp dụng công nghệ lò hồ quang điện (EAF) - Công nghệ luyện thép tiên tiến giúp giảm thiểu tối đa lượng khí thải so với công nghệ lò cao truyền thống (BF-BOF).

Một trong những yếu tố quan trọng góp phần làm giảm phát thải tại HPS là việc tận dụng hoàn toàn sắt thép phế liệu làm nguyên liệu đầu vào. Ở một số trường hợp, nhà máy có thể vận hành mà không cần sử dụng than trong quá trình sản xuất, nhờ vào việc kiểm soát tốt thành phần nguyên liệu đầu vào cũng như tối ưu hóa các quy trình kỹ thuật. Điều này giúp loại bỏ hoàn toàn than cốc - nguồn phát thải CO₂ chính trong công nghệ lò cao truyền thống, từ đó giảm đáng kể lượng KNK phát sinh trong quá trình sản xuất.

3.3.3. Đánh giá hiệu quả về quản lý nguyên liệu/phế liệu/chất thải

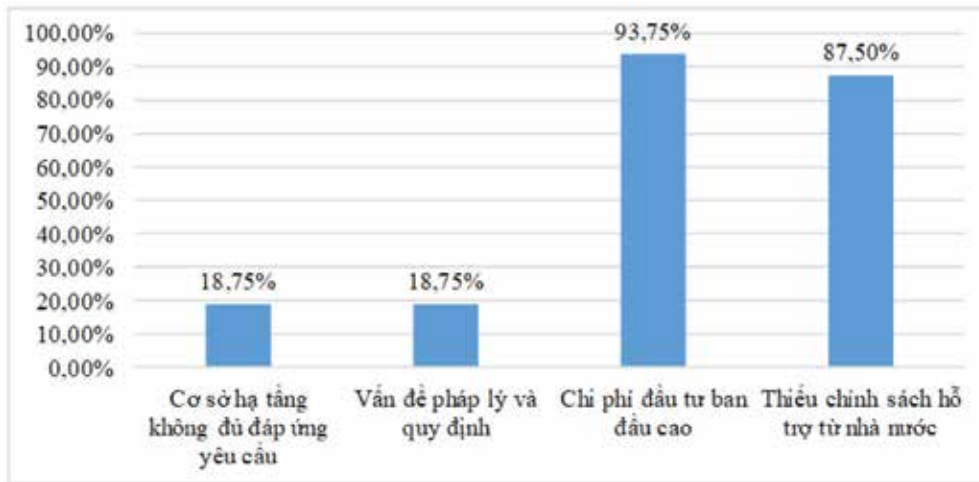
Kết quả đánh giá mức độ nhận biết mô hình CSCN của các DN cho thấy, 100% DN đều biết về mô hình này và loại hình cộng sinh phổ biến là chuyển giao chất thải (chiếm tỷ lệ 75%); phế phẩm và chia sẻ năng lượng chiếm tỷ lệ 25% (Hình 7).



▲ Hình 7. Tỷ lệ các loại hình CSCN DN đang thực hiện

Nguồn: KCN Nam Cầu Kiền

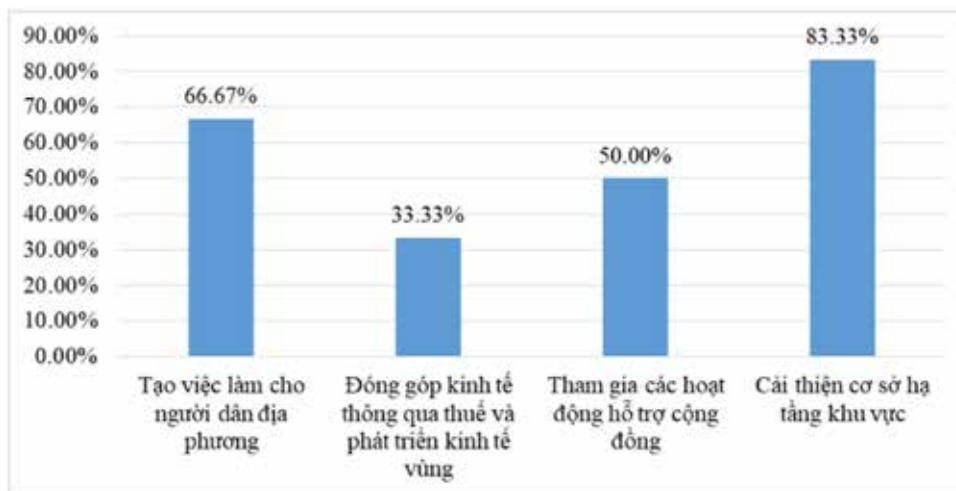
Bên cạnh tiềm năng, các DN cũng gặp không ít khó khăn trong quá trình thực hiện CSCN và một trong số những thách thức lớn là chi phí đầu tư ban đầu; thiếu chính sách hỗ trợ từ Nhà nước. Trong quá trình phỏng vấn DN, hầu hết ý kiến đều cho rằng thách thức lớn nhất khi tham gia CSCN là do chi phí đầu tư ban đầu cao và thiếu chính sách hỗ trợ của Nhà nước.



▲ Hình 8. Tỷ lệ các thách thức khi tham gia vào mô hình CSCN

Nguồn: KCN Nam Cầu Kiển

Cùng với đó, khi đánh giá về đóng góp của KCN Nam Cầu Kiển tới cộng đồng, hầu hết người dân đều cho rằng KCN tạo việc làm cho người dân địa phương (chiếm 66,67%) và cải thiện cơ sở hạ tầng (chiếm 83,33%) - Hình 9.



▲ Hình 9. Tỷ lệ KCN Nam Cầu Kiển đóng góp cho cộng đồng dân cư xung quanh

Nguồn: Tổng hợp từ phiếu hỏi cộng đồng dân cư

3.3.4. Đánh giá hiệu quả về kinh tế

Công ty Cổ phần Sản xuất và Thương mại thép HPS - Nam Cầu Kiển áp dụng mô hình sản xuất theo hướng KTTH trong ngành thép, nghĩa là Công ty tận dụng phụ phẩm, chất thải từ quá trình sản xuất để tái chế, tái sử dụng, giúp giảm tác động môi trường và tối ưu hóa tài nguyên.

Một số công nghệ và phương pháp quan trọng mà Công ty áp dụng bao gồm:

Xử lý và tái sử dụng xỉ thép: Xỉ thép không còn bị coi là chất thải mà được thu mua để sản xuất thép nhiễm từ hoặc tách kim loại như đồng, chì, nhôm, kẽm.

Tái chế khói bụi trong sản xuất thép: Thay vì phải tốn chi phí xử lý, khói bụi từ sản xuất thép được bán lại cho các DN khác để làm chất vi lượng, giúp giảm chi phí, tăng giá trị sử dụng.

Sử dụng năng lượng tái tạo: Công ty tích hợp hệ thống điện mặt trời để cung cấp năng lượng cho KCN, hướng tới mô hình sản xuất xanh và bền vững.

Như vậy, việc tham gia CSCN của DN giúp giảm tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch đáng kể. Trong mô hình CSCN, các DN thép sử dụng công nghệ hiện đại như lò hồ quang điện (EAF), tận dụng phế liệu thay vì sử dụng than cốc và quặng sắt, giúp giảm đáng kể chi phí nhiên liệu.

Có thể thấy, mô hình CSCN giúp DN tiết kiệm được một khoản chi phí rất lớn trong việc sử dụng than làm nhiên liệu, đồng thời giảm tác động môi trường nhờ tối ưu hóa tài nguyên.

3.4. Đề xuất giải pháp thực hiện KTTH ngành thép

Nhóm giải pháp chính sách và tài chính

Để thúc đẩy KTTH, các DN sẽ được ưu đãi thuế và phí môi trường khi đầu tư vào công nghệ KTTH. Cần thành lập quỹ hỗ trợ PTBV cho DN ngành thép tại KCN và ưu tiên những dự án tái chế, quản lý chất thải, giúp đảm bảo nguồn lực tài chính cho sáng kiến đổi mới.



Nhóm giải pháp công nghệ và kỹ thuật: Tập trung vào tái chế phụ phẩm và xây dựng hạ tầng kỹ thuật để thúc đẩy tuần hoàn trong sản xuất. Xi thép sẽ được tái chế thành phụ gia xi măng hoặc vật liệu xây dựng; bụi lò chuyển hóa thành oxit kẽm hoặc phân bón; bùn thải được xử lý thành vật liệu cách nhiệt hoặc gạch không nung. Bên cạnh đó, xây dựng nhà máy tái tạo tuần hoàn nước thải để cung cấp nước sạch cho các DN, giảm thiểu xả thải và tiết kiệm chi phí mua nước sạch.

Nhóm giải pháp đào tạo và phát triển nhân lực: Đào tạo công nhân về KTTH để nâng cao nhận thức, kỹ năng vận hành công nghệ mới là một giải pháp quan trọng. Kết nối với viện nghiên cứu để thúc đẩy đổi mới sáng tạo, giúp áp dụng công nghệ tiên tiến vào sản xuất thép.

Nhóm giải pháp truyền thông và nâng cao nhận thức: Tổ chức hội thảo, triển lãm công nghệ xanh để chia sẻ kiến thức và giải pháp KTTH. Các chương trình truyền thông trong KCN sẽ giúp nâng cao nhận thức về lợi ích của KTTH, khuyến khích DN và lao động tham gia các hoạt động BVMT, PTBV.

Nhóm giải pháp hợp tác và giám sát: Hợp tác quốc tế và ký kết các thỏa thuận chuyển giao công nghệ với những quốc gia phát triển như Nhật Bản, EU để áp dụng mô hình KTTH hiệu quả. Cần thiết lập chỉ số đo lường KTTH và sử dụng công nghệ IoT, AI để giám sát tài nguyên, chất thải, tối ưu hóa quy trình sản xuất.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã chỉ ra những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến việc triển khai mô hình KTTH trong ngành thép tại KCN Nam Cầu Kiền. Cụ thể, các giải pháp công nghệ, tài chính, đào tạo và hợp tác được đề xuất không chỉ giúp tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên và giảm thiểu chất thải mà còn thúc đẩy sự PTBV. Việc tái chế phụ phẩm như xỉ thép, bụi lò, nước thải thành sản phẩm có giá trị là bước quan trọng trong việc giảm thiểu ô nhiễm môi trường và tối ưu hóa quy trình sản xuất. Hơn nữa, nghiên cứu cũng đã chỉ ra rằng các DN có thể tận dụng mô hình KTTH để tiết kiệm chi phí, nâng cao hiệu quả sản xuất.

Tuy nhiên, nghiên cứu vẫn còn một số hạn chế: Phạm vi giới hạn ở KCN Nam Cầu Kiền, do đó kết quả có thể không phản ánh đầy đủ tình hình KTTH trong ngành thép trên quy mô toàn quốc. Thêm vào đó, nghiên cứu chưa có đủ dữ liệu thực tế và thông tin dài hạn để đánh giá toàn diện về hiệu quả của các giải pháp đã đề xuất, đặc biệt là những tác động lâu dài của KTTH đối với môi trường, kinh tế.

Trên cơ sở đó, hướng nghiên cứu tiếp theo có thể mở rộng phạm vi ra các KCN khác, nhằm đánh giá hiệu quả của KTTH trong ngành thép và các ngành công nghiệp khác, giúp xây dựng một mô hình KTTH tổng thể, có tính ứng dụng cao hơn. Bên cạnh đó, việc nghiên cứu tác động lâu dài của KTTH cũng rất quan trọng, cần có những đánh giá chi tiết về chi phí - lợi ích, từ đó tạo ra những mô hình quản lý mới trong bối cảnh phát triển công nghiệp bền vững.

Để thúc đẩy KTTH, DN cần chủ động đầu tư vào công nghệ tái chế và XLCT, đồng thời xây dựng các hệ thống quản lý tài nguyên hiệu quả. Việc áp dụng các chiến lược KTTH sẽ không chỉ giúp giảm chi phí mà còn nâng cao hiệu quả sản xuất và BVMT. Cùng với đó, các nhà hoạch định chính sách cần xây dựng chính sách ưu đãi về thuế, hỗ trợ tài chính cho DN đầu tư vào công nghệ xanh, KTTH. Hơn nữa, cần thiết lập hệ thống tiêu chí rõ ràng để đánh giá hiệu quả triển khai KTTH và thúc đẩy hợp tác quốc tế... giúp xây dựng môi trường thuận lợi cho sự PTBV và nâng cao năng lực cạnh tranh của các DN trong KCN■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ali Hasanbeigi, PhD (2025), "Steel and Coal: Global, country, and company-level analysis of coal consumption in the steel industry", *Global Efficiency Intelligence*.
2. Bùi Trung (2023). *Thúc đẩy KTTH trong nông nghiệp: Giải pháp hướng đến tăng trưởng xanh, bền vững*. Báo điện tử Đảng Cộng sản Việt Nam, đăng ngày 26/3/2023.
3. Bùi Thị Hoàng Lan (2020). *Phát triển nền KTTH ở một số quốc gia và bài học cho Việt Nam*. Bài viết đăng trên Tạp chí Tài chính kỳ 2 - Tháng 8/2020.
4. Ellen MacArthur Foundation (2019). *The New Plastics Economy, Rethinking the Future of Plastics*, World Economic Forum & McKinsey Center for Business and Environment.
5. Lifset, R.L and T.E. Graedel (2002). *Industrial ecology: goals and definitions*. In Ayres, R.U and L.W Ayres eds. (2002). *Handbook of Industrial Ecology*. Northampton, MA: Edward Elgar, pp.3-15.
6. Nguyễn Đình Chúc, Trần Duy Đông (2020). "Phát triển KCN ở Việt Nam theo lý thuyết sinh thái học công nghiệp", NXB Khoa học xã hội.
7. UNIDO (2017b). *Development of Sustainable Industrial Parks In Latin America & Caribbean*.https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-05/Sustainable%20Industrial%20Park%20Latin%20America%20Caribbean_Report_FINAL_2017_1.pdf.