

Kinh tế tuần hoàn nhằm đảm bảo tính bền vững trong hoạt động sản xuất tại Khu công nghiệp Dung Quất: Một cách tiếp cận xanh-tinh gọn

Circular economy to ensure sustainability in production operations at Dung Quat Industrial Zone: A green-lean approach

GS.TS. Võ Xuân Vinh (Viện nghiên cứu kinh doanh, UEH)
TS. Đỗ Thị Thanh Trúc (Học viện Hàng không Việt Nam)

Tóm tắt:

Trong bối cảnh ngày càng nhiều yêu cầu về bảo vệ môi trường và cải thiện hiệu quả sử dụng tài nguyên, việc áp dụng kinh tế tuần hoàn là bước đi cần thiết cho các doanh nghiệp tại Khu công nghiệp Dung Quất để thúc đẩy quản lý sản xuất bền vững. Đề tài nghiên cứu này đề xuất một phương pháp tiếp cận xanh-tinh gọn, kết hợp giữa việc sử dụng tài nguyên hiệu quả và giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường. Phương pháp này bao gồm việc triển khai các chiến lược sản xuất mới mà trong đó, việc tái chế và tái sử dụng nguyên liệu được ưu tiên hàng đầu, nhằm mục tiêu giảm lượng chất thải và tối đa hóa việc sử dụng hiệu quả các nguồn lực sẵn có. Nghiên cứu sẽ xem xét một loạt các biện pháp cải tiến liên tục, được thiết kế để không chỉ giúp các nhà quản lý nhận diện được cơ hội cải tiến mà còn cung cấp hướng dẫn cụ thể cho việc áp dụng các chiến lược sản xuất xanh-tinh gọn. Nghiên cứu này kỳ vọng sẽ mở rộng hiểu biết lý thuyết và thực tiễn về kinh tế tuần hoàn và sản xuất xanh-tinh gọn, góp phần nâng cao tính bền vững của các doanh nghiệp trong Khu công nghiệp Dung Quất.

Từ khoá: Cải thiện môi trường, Hiệu quả tài nguyên, Khu công nghiệp Dung Quất, Kinh tế tuần hoàn, Phương pháp xanh-tinh gọn

Keywords: Environmental improvement, Resource efficiency, Dung Quat Industrial Zone, Circular economy, Green-lean approach.

1. Giới thiệu

Trong bối cảnh toàn cầu hóa và gia tăng áp lực đối với các nguồn tài nguyên thiên nhiên, việc áp dụng các mô hình kinh tế tuần hoàn đã trở thành một xu hướng thiết yếu đối với sự phát triển bền vững. Kinh tế tuần hoàn, được định nghĩa là một hệ thống kinh tế lấy tái sử dụng và tái chế làm trọng tâm, nhằm giảm thiểu chất thải và khai thác hiệu quả các nguồn lực (Agyabeng-Mensah & cs., 2021). Đây không chỉ là một giải pháp cho các thách thức về môi trường mà còn góp phần vào việc tạo ra giá trị kinh tế thông qua việc tối ưu hóa chuỗi cung ứng và quản lý tài nguyên (Kirchherr & cs., 2017).

Khu công nghiệp Dung Quất, một trong những khu công nghiệp lớn và quan trọng của Việt Nam, hiện đang đối mặt với thách thức là làm thế nào để cân bằng giữa tăng trưởng kinh tế và bảo vệ môi trường. Việc nghiên cứu và áp dụng kinh tế tuần hoàn tại đây không chỉ có ý nghĩa trong việc đáp ứng các tiêu chuẩn môi trường mà còn giúp nâng cao hiệu quả sản xuất và cạnh tranh trên thị trường (OECD, 2019).

Phương pháp tiếp cận xanh-tinh gọn, kết hợp giữa các nguyên tắc của sản xuất tinh gọn và bền vững, được xem là một trong những chiến lược quan trọng nhằm tối ưu hóa hiệu quả sử dụng tài nguyên và giảm thiểu tác động môi trường (Kurdve & Bellgran, 2021). Phương pháp này không chỉ nhấn mạnh đến việc giảm thiểu lãng phí mà còn khuyến khích sự đổi mới trong quy trình sản xuất để phù hợp với mục tiêu phát triển bền vững.

Nghiên cứu này sẽ phân tích các yếu tố chính ảnh hưởng đến việc triển khai thành công kinh tế tuần hoàn và phương pháp xanh-tinh gọn tại Khu công nghiệp Dung Quất, đề xuất các giải pháp và đánh giá tác động của chúng đối với hiệu quả sản xuất và bảo vệ môi trường. Đồng thời, nghiên cứu cũng nhằm mục tiêu đề xuất một mô hình có thể được nhân rộng cho các khu công nghiệp khác, góp phần vào mục tiêu phát triển bền vững toàn cầu.

2. Cơ sở lý thuyết

Để giải quyết các khoảng trống đã nêu, mục này trước tiên cung cấp một cái nhìn tổng quan về việc áp dụng sự kết hợp giữa kinh tế tuần hoàn (Circular Economy - CE) và sản xuất xanh tinh gọn (Green-Lean - GL) trong các hoạt động sản xuất. Sau đó, nghiên cứu này định nghĩa CE trong lĩnh vực hoạt động sản xuất và phân tích tình trạng nghiên cứu trong khía cạnh này ở cấp độ vi mô (micro-level). Cuối cùng, một phân tích toàn diện về sự giao thoa giữa các khái niệm GL và CE được trình bày qua sơ đồ Venn.

2.1. Tổng quan nghiên cứu về sự kết hợp kinh tế tuần hoàn và sản xuất xanh tinh gọn

Thông qua việc tổng hợp các nguyên tắc sản xuất, (Ciliberto & cs., 2021) kết luận rằng sự kết hợp giữa Kinh tế Tuần hoàn (CE) và sản xuất xanh tinh gọn (GL) có thể giúp giảm bớt các vấn đề môi trường liên quan và khuyến nghị mở rộng tầm nhìn của quản lý tinh gọn để thúc đẩy việc áp dụng CE trong tương lai. Gupta & cs. (2021) đã phát triển một khung đánh giá bền vững sản xuất dựa trên CE, sản xuất sạch hơn và Công nghiệp 4.0 (I4.0) và chỉ ra rằng các doanh nghiệp sản xuất nên áp dụng CE và quy trình sản xuất sạch hơn để đảm bảo phát triển bền vững. Qua đánh giá hệ thống ngành công nghiệp phục hồi tài nguyên, Wang & cs. (2019) đã xác định sản xuất tinh gọn và logistics ngược là các xu hướng nghiên cứu mới nổi trong ngành công nghiệp phục hồi tài nguyên, cần được sự chú ý của các nhà nghiên cứu. Dựa trên việc cải thiện chu trình nước trong xưởng, Sartal & cs. (2020) kết luận rằng sự kết hợp của thực hành tinh gọn (5S) và CE có thể tăng năng suất lao động và giảm đáng kể việc sử dụng nước. Abreu & cs. (2017) phân tích tất cả các mô hình GL và nêu rằng mục tiêu của những mô hình này là giảm lượng chất thải và tác động môi trường, do đó bổ sung cho khái niệm CE.

Qua khảo sát các công ty sản xuất Thái Lan, Piyathanavong & cs. (2019) thảo luận về khả năng các nước đang phát triển triển khai các phương pháp vận hành bền vững về môi trường và chỉ ra rằng việc triển khai GL và CE có thể tăng hiệu quả hoạt động. Kết luận, tiềm năng kết hợp các khái niệm liên quan đến CE (ví dụ, CE, hiệu quả sinh thái, và quan hệ cộng sinh công nghiệp) với các khái niệm liên quan đến GL (ví dụ, xanh-gọn, sản xuất sạch, và sản xuất tinh gọn) cho phát triển bền vững đã được công nhận rộng rãi bởi các nhà nghiên cứu.

Zokaei & cs. (2017) đã giới thiệu một công cụ GL (được biết đến là GPM) và chứng minh rằng công cụ GL này có thể tăng hiệu quả vật liệu và thúc đẩy tái chế trong các trường hợp công nghiệp. Sau đó, Kurdve & Bellgran (2021) đã đánh giá các trường hợp triển khai GPM và kết luận rằng sự kết hợp của CE và GL trong các hoạt động sản xuất có thể cải thiện môi trường sản xuất, trong khi nhấn mạnh rằng nghiên cứu hiện tại về khía cạnh này là hạn chế.

Caldera & cs. (2019) đề xuất rằng các doanh nghiệp vừa và nhỏ có thể triển khai CE với các chiến lược GL và đề xuất một mô hình chiến lược; tuy nhiên, nghiên cứu này dựa trên phỏng vấn các nhà ra quyết định chứ không phải nghiên cứu thực nghiệm. Romero & Rossi (2017) đề xuất hệ thống sản phẩm-dịch vụ tinh gọn tuần hoàn (circular lean product-service systems -

CLPSSs) và xác nhận tính tương thích của CE và các nguyên tắc tinh gọn. Nascimento & cs. (2019) thảo luận về sự kết hợp của các công nghệ mới nổi I4.0 và các thực hành CE và đề xuất mô hình quản lý hệ thống sản xuất thông minh tuần hoàn (circular smart production system - CSPS). Tuy nhiên, cả CLPSSs và CSPS chủ yếu là các mô hình kinh doanh (BMs) chứ không phải các mô hình.

2.2. Định nghĩa và các quy mô triển khai

Mặc dù GL là một lĩnh vực mới nổi (Fu & cs., 2017), các học giả đã đạt được sự đồng thuận về ý nghĩa của GL. Quản lý GL dựa trên các nguyên tắc sản xuất tinh gọn và bổ sung các khía cạnh quản lý môi trường (Szymanska-Bralkowska & Malinowska, 2018). GL là một cách tiếp cận mới để thực hiện các hoạt động bền vững, kết hợp các nguyên tắc sản xuất xanh và tinh gọn, tập trung vào việc tránh sử dụng tài nguyên không cần thiết, giảm phát thải và cải thiện môi trường (Dües & cs., 2013).

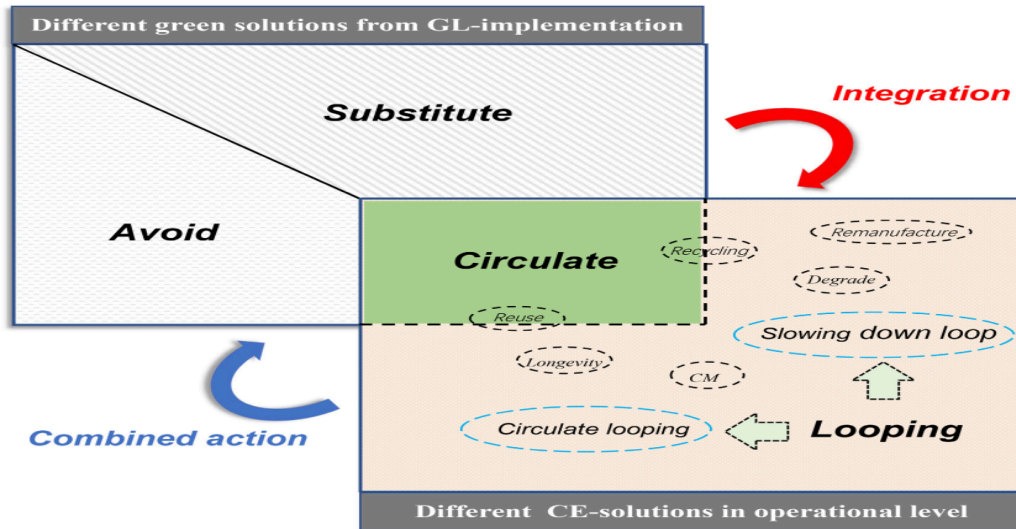
CE là một phần của các hoạt động sản xuất trong phạm vi rộng nhất, có thể bao gồm việc lưu thông năng lượng và vật liệu, kéo dài tuổi thọ của vật liệu và sản phẩm và tối thiểu hóa việc sử dụng (Kurdve & Bellgran, 2021). Bằng cách tích hợp tư duy CE và sử dụng các giải pháp CE, ngành công nghiệp sản xuất có thể biến đổi hoạt động sản xuất của mình để tăng hiệu quả tài nguyên. Từ góc độ hoạt động, định nghĩa của CE nên tập trung vào việc lưu thông vật liệu, quản lý chất thải sản xuất và bảo tồn năng lượng. Trong nghiên cứu này, không cần thiết phải xác định định nghĩa nào phù hợp cho CE vì các định nghĩa chỉ được sử dụng làm cơ sở để thiết lập khuôn khổ hiểu và áp dụng tư duy CE.

Bên cạnh đó, CE có thể được triển khai ở các quy mô khác nhau. Phân loại từ hai bài đánh giá chỉ ra ba quy mô chính: vi mô, liên quan đến một sản phẩm, công ty hoặc tổ chức duy nhất; trung bình, liên quan đến các khu công nghiệp sinh thái và quan hệ cộng sinh công nghiệp; và vĩ mô, liên quan đến một thành phố, tỉnh, khu vực hoặc quốc gia (Li & cs., 2010; Mhatre & cs., 2021).

Hầu hết các nghiên cứu hiện tại đã tập trung vào hai khía cạnh sau hơn là các doanh nghiệp và tổ chức ở cấp độ vi mô (Ma & cs., 2015). Các nghiên cứu cấp độ vi mô ít ỏi gần như chỉ thảo luận về việc phát triển các mô hình kinh doanh CE mới và nhấn mạnh các rào cản và động lực trong việc giới thiệu CE (Aranda-Usón & cs., 2020); trọng tâm của các nghiên cứu này không phải là triển khai khái niệm CE trong các quy trình sản xuất của các doanh nghiệp (Gusmerotti & cs., 2019). Do các doanh nghiệp dự kiến sẽ có một lượng lớn tài nguyên bị lãng phí trong các quy trình của họ, như chất thải không tái chế được và sản phẩm phụ không tái chế được, điều cần thiết là phải nhận ra rằng doanh nghiệp là bên liên quan chính trong các thực hành CE (Ma & cs., 2015). Sử dụng CE để giải quyết các vấn đề về hiệu quả và môi trường của từng doanh nghiệp ở cấp độ vi mô là cơ sở để đạt được phát triển bền vững. Do đó, tùy thuộc vào quy mô triển khai CE, phương pháp CEEP được thiết kế cho và giới hạn ở cấp độ xưởng của các doanh nghiệp (tức là cấp độ vi mô), đây cũng là cấp độ dòng chảy đầu tiên hỗ trợ các nguyên tắc tư duy GL cho sản xuất.

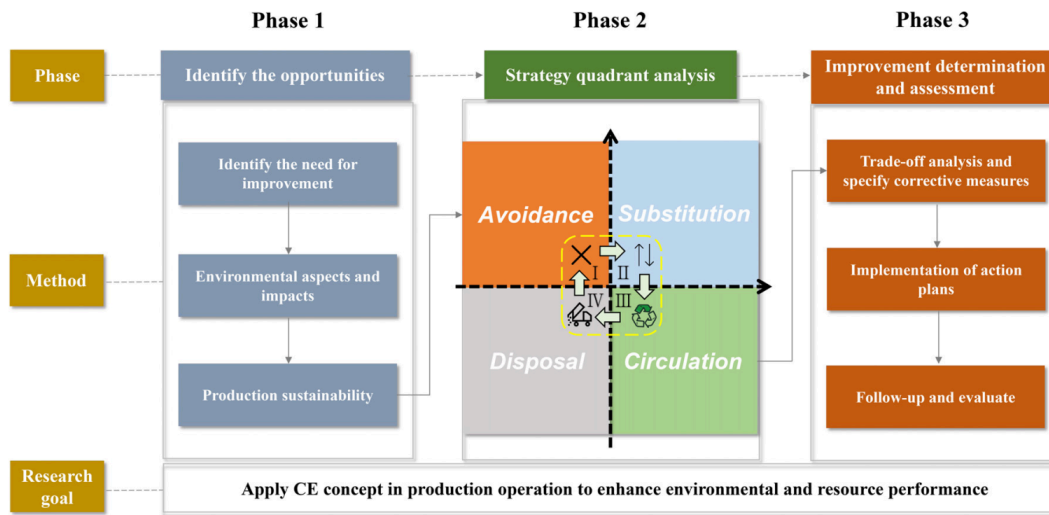
3. Phương pháp Sản xuất Tích hợp Kinh tế Tuần hoàn (Circular Economy Embedded Production – CEEP)

Mặc dù quy trình quản lý xanh (Green Process Management – GPM) là một công cụ đã được chứng minh cho việc triển khai CE ở cấp độ doanh nghiệp (Shahbazi & cs., 2019), mục đích ban đầu của các nhà phát triển chỉ tập trung vào việc hướng các nhà quản lý đến các khía cạnh môi trường chứ không giới thiệu khái niệm CE (Kurdve & Bellgran, 2021). Trong nghiên cứu này, phân tích sâu hơn đã được thực hiện dựa trên GPM để thu được kết quả của **Hình 1** với mục đích kết hợp CE và GL.



Hình 1. Biểu đồ Venn của các giải pháp xanh dựa trên triển khai GL và giải pháp CE ở cấp độ hoạt động

Ngoài ra, để đạt được việc sử dụng có cấu trúc của kết quả như vậy, cần phải áp dụng ý tưởng của sự cải tiến liên tục. Alves & Alves (2015) đã đề xuất một mô hình bền vững và sử dụng năm giai đoạn tuần tự để triển khai mô hình. Pampanelli & cs. (2014) đã đề xuất một mô hình GL, cũng dựa trên năm bước tuần tự để đạt được sự cải thiện. Wen & cs. (2021) đã đề xuất một mô hình để cải thiện năng lượng quá trình sản xuất dựa trên ba giai đoạn tuần tự của mô hình hóa, phân tích và cải thiện tổn thất năng lượng. Dựa trên điều này, phương pháp CEEP sẽ dựa vào dòng nghiên cứu này và những kết quả của sự tích hợp CE và GL trong nhiều giai đoạn cho sự cải tiến liên tục. Cụ thể, phương pháp bao gồm ba giai đoạn liên tiếp để xác định, phân tích, đánh giá, trực quan hóa, triển khai, theo dõi và đánh giá các mối quan tâm liên quan đến hiệu quả tài nguyên và cải thiện môi trường trong quá trình sản xuất, như được hiển thị trong **Hình 2**.



Hình 2. Tổng quan về phương pháp CEEP

Giai đoạn 1: Xác định các cơ hội. Giai đoạn này nhằm xác định các cơ hội cải tiến từ nhiều tiêu mục trong các bối cảnh của các khía cạnh và tác động môi trường cũng như bền vững sản xuất. Theo cách này, các nhà quản lý có thể xác định chính xác các cơ hội tiềm năng và các quy trình tương ứng để đạt được các mục tiêu.

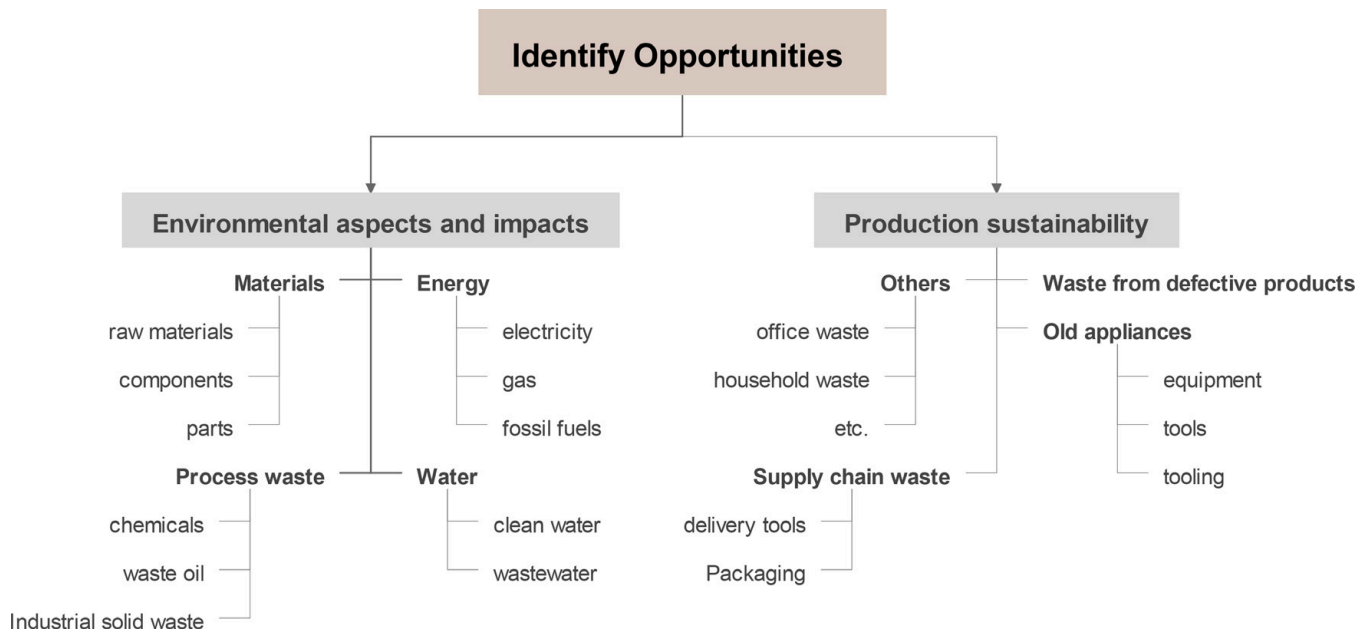
Giai đoạn 2: Phân tích ma trận chiến lược. Một mô hình ma trận chiến lược được phát triển để cung cấp cho các nhà quản lý hướng đi phù hợp để xem xét. Là một thành phần chính của sự tích hợp, mô hình bao gồm bốn chiến lược cụ thể, kết quả từ sự kết hợp của GL và CE.

Giai đoạn 3: Xác định và đánh giá cải tiến. Giai đoạn này nhằm mục đích đề ra hành động cải tiến hợp lý nhất và đánh giá hiệu quả của nó dưới sự hướng dẫn của ma trận chiến lược. Mô hình thỏa hiệp trong giai đoạn này cho phép các nhà quản lý cân nhắc ưu và nhược điểm của mỗi biện pháp và đưa ra quyết định phù hợp nhất.

Sản sản xuất cần đáp ứng một số tiêu chuẩn cần thiết để được xem xét cải tiến: 1) Quy trình sản xuất ổn định (Urbinati & cs., 2020). 2) Sự trưởng thành của việc cải tiến tinh gọn. 3) Đội ngũ quản lý hỗ trợ.

3.1. Xác định các cơ hội (GIAI ĐOẠN 1)

Hoạt động sản xuất là các quá trình mà tại đó các yếu tố như con người, máy móc, nguyên liệu, phương pháp và môi trường tương tác với nhau. Các nhà nghiên cứu nên khám phá mọi cơ hội để cải thiện quá trình sản xuất. Đối tượng cải thiện có thể bao gồm thiết bị quá trình, chuỗi cung ứng (SC), năng lượng và các yếu tố sống. Dựa trên những đặc điểm này, xác định cơ hội có thể được thực hiện theo hai hướng chính, như được hiển thị trong Hình 3.



Hình 3. Khung tham khảo để xác định cơ hội

3.1.1. Xác định các khía cạnh và tác động môi trường

Phạm vi cải thiện trong quá trình sản xuất được xác định bằng cách nhận diện các khía cạnh môi trường và tác động của dòng giá trị. Tác động môi trường là những thay đổi trong môi trường do các đầu vào và đầu ra của một đơn vị gây ra (Pampanelli & cs., 2014). Các nhà nghiên cứu có thể nhận diện các cơ hội cải thiện theo những hướng này, như được hiển thị trong Hình 3, được tích hợp qua các yếu tố của các dòng giá trị môi trường (EVS) dựa trên đặc điểm sản xuất: 1) năng lượng (điện, khí đốt, và nhiên liệu hóa thạch); 2) nước, bao gồm nước sạch và nước thải, tương ứng với đầu vào và đầu ra; 3) chất thải quá trình (chất thải rắn công nghiệp, dầu thải, và hóa chất); và 4) nguyên liệu (nguyên liệu thô, linh kiện và bộ phận), với trọng tâm vào khả năng tái tạo của vật liệu.

3.1.2. Tập trung vào sản xuất bền vững

Phạm vi cải thiện được xác định bằng cách nhận diện các vấn đề ảnh hưởng đến bền vững sản xuất và hiệu quả tài nguyên (RE) trong quá trình sản xuất. Do một số phạm vi chồng lấn với các khía cạnh và tác động môi trường, các khía cạnh sau được xem xét: 1) thiết bị cũ (thiết bị, dụng cụ và dụng cụ đo lường); 2) chất thải từ sản phẩm lỗi (WDP); 3) chất thải SC (bao bì và công cụ giao hàng); và 4) các loại chất thải khác (chất thải văn phòng và gia đình).

Để xác định rõ ràng hơn các vấn đề, có thể sử dụng một số công cụ quản lý hoặc kỹ thuật, chẳng hạn như phân tích sơ đồ cá, não bão, biểu đồ dòng chảy quá trình, đề xuất hợp lý hóa, điều tra tại chỗ và cơ chế leo thang vấn đề.

3.2. Phân tích ma trận chiến lược (GIAI ĐOẠN 2)

Giai đoạn phân tích ma trận chiến lược là một phần quan trọng của phương pháp. Như được hiển thị trong Hình 2, mô hình chia các chiến lược thành bốn loại, được gọi là ma trận chiến lược: 1) tránh né, 2) thay thế, 3) tuần hoàn, hoặc 4) xử lý. Các ma trận khác nhau tương ứng với các hướng giải quyết vấn đề khác nhau, và người dùng nên bắt đầu từ ma trận đầu tiên (tránh né) và kết thúc ở ma trận cuối cùng (xử lý) để xem xét liệu họ có thể hành động trên các cơ hội được xác định trong Giai đoạn 1 hay không. Lưu ý rằng các chiến lược không chỉ áp

dụng cho các sản phẩm cuối cùng; các đối tượng mục tiêu có thể là các bộ phận lắp ráp và các nguyên liệu tháo rời từ các bộ phận bị lỗi (Favi & cs., 2019; Marconi & cs., 2019) hoặc thậm chí là nước, năng lượng và chất thải sản xuất trong quá trình sản xuất.

3.2.1. Ma trận 1: Tránh né

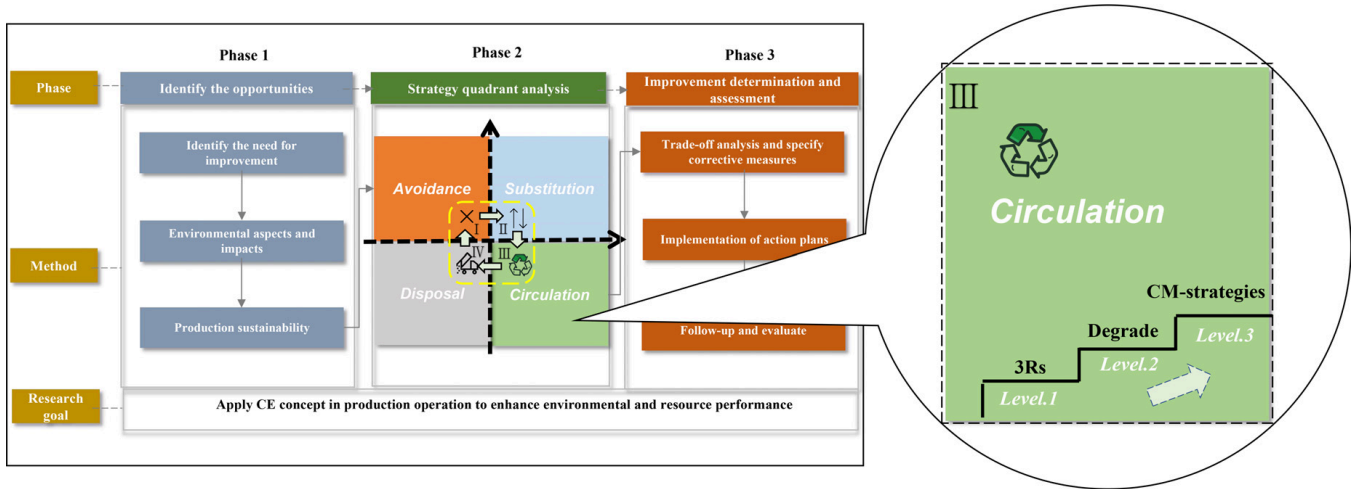
Trong phân tích ma trận chiến lược, bước đầu tiên là phân tích liệu có thể loại bỏ nguyên nhân gốc của chất thải không. Nói cách khác, đối với các cơ hội được xác định trong Giai đoạn 1, người dùng phải xem xét trước tiên liệu có thể sử dụng các giải pháp cụ thể nào để tránh vấn đề; hướng suy nghĩ này liên quan đến chiến lược tránh né. Trong bối cảnh này, loại bỏ (tức là tránh né) nguyên nhân gốc của vấn đề là lựa chọn tối ưu, chẳng hạn như bằng cách thay đổi các tham số quy trình hoặc hành vi làm việc. Khi các vật liệu có hại tham gia vào giai đoạn đầu vào hoặc có chất thải nguy hiểm ở giai đoạn đầu ra, chiến lược tránh né phải được sử dụng để loại bỏ các thực thể này. Hơn nữa, dòng chảy vật liệu có thể được kiểm soát để giảm thiểu chất thải và sinh ra nước thải. Không thể sản xuất sản phẩm cuối cùng mà không tạo ra chất thải. Ví dụ, thiết bị sản xuất trong quá trình vận hành luôn tiêu thụ năng lượng và tạo ra CO₂, và quá trình chế biến sản phẩm luôn tạo ra phế liệu. Do đó, việc triển khai chiến lược tránh né trên thực tế là vô cùng khó khăn. Ngay cả khi một số giải pháp triển khai cụ thể có thể đạt được mục tiêu tránh chất thải, chi phí sản xuất phát sinh từ những giải pháp đó có thể là rào cản lớn. Nhìn chung, quyết định của các nhà quản lý về việc áp dụng chiến lược tránh né như một hướng để giải quyết vấn đề phải dựa trên sự kết hợp của các yếu tố kinh tế, kỹ thuật, môi trường và các yếu tố khác.

3.2.2. Ma trận 2: Thay thế

Khi chiến lược tránh né không giải quyết hiệu quả một vấn đề, ma trận chiến lược tiếp theo, tức là chiến lược thay thế, phải được xem xét. Thông thường, ưu tiên là thay thế các vật liệu có hại bằng các vật liệu không có hại và thay thế các vật liệu dựa trên hóa thạch bằng các vật liệu tái tạo. Ví dụ, chuyển sang sử dụng nhiên liệu đốt sạch hơn hoặc các kỹ thuật sản xuất phụ gia ít chất thải hơn có thể giúp tăng cường hiệu quả tài nguyên trong quá trình sản xuất. Thay thế bóng đèn sợi đốt/đèn natri/đèn halide kim loại bằng đèn LED trong các nhà máy sản xuất có thể giúp tăng hiệu quả năng lượng và giảm chi phí điện. Cả hai chiến lược tránh né và thay thế đều liên quan đến GL và không phải là các khái niệm của CE.

3.2.3. Ma trận 3: Tuần hoàn

Nếu hai chiến lược của hai ma trận đầu tiên không hỗ trợ người dùng tìm ra hướng giải quyết vấn đề, chiến lược ma trận tuần hoàn cần được xem xét. Chiến lược tuần hoàn bao gồm một số hướng giải quyết vấn đề chi tiết liên quan đến các khái niệm Kinh tế Tuần hoàn (CE). Như được thể hiện trong Hình 4, lấy cảm hứng từ mô hình phân cấp chất thải (Kurdve và Bellgran, 2021), phương pháp CEEP sử dụng một mô hình phân cấp thang để tinh chỉnh chiến lược tuần hoàn nhằm làm rõ các lựa chọn có sẵn. Mô hình thang có ba cấp độ, mỗi cấp độ tương ứng với một chiến lược tuần hoàn khác nhau: 1) 3R (tái sử dụng/tái tạo mục đích, tái tạo, và tái chế), 2) giảm thiểu, và 3) các chiến lược sản xuất tuần hoàn (CM) khác.



Hình 4. Mô hình phân cấp thang trong chiến lược tuần hoàn

Cấp độ 1: Khái niệm 3R (tái sử dụng/tái tạo mục đích, tái tạo, và tái chế) đã được công nhận là công cụ giá trị để áp dụng chiến lược CE (Hasegawa & cs., 2019). Theo khái niệm tái sử dụng, sản phẩm được tái sử dụng trực tiếp khi kết thúc chu kỳ sống (Liu & cs., 2018). Các đối tượng được tái sử dụng trong trường hợp này không chỉ là sản phẩm mà có thể bao gồm bất kỳ đối tượng nào trong quá trình sản xuất. Theo khái niệm tái tạo, một sản phẩm đã qua sử dụng được phục hồi theo chất lượng, hiệu suất và thông số kỹ thuật ban đầu bằng các kỹ thuật sản xuất nhất định (Sitcharangsie & cs., 2019). Tái chế đề cập đến việc tái sử dụng một số bộ phận hoặc vật liệu để giảm tiêu thụ tài nguyên và ô nhiễm. Tái tạo mục đích là chiến lược lai giữa tái sử dụng và tái chế; khi sản phẩm có hạn chế về kinh tế hoặc kỹ thuật và không thể được tái sử dụng trực tiếp, việc tái tạo mục đích được thực hiện (Coughlan & cs., 2018).

Cấp độ 2: Giảm thải

Một số chất thải có thể không thích hợp để sử dụng làm nguyên liệu thô ban đầu, do đó, các nhà quản lý có thể áp dụng chúng trong các hoàn cảnh ít yêu cầu hơn, thông qua một quá trình được gọi là giảm thiểu sử dụng. Chẳng hạn, khi thiết bị trong một xưởng hiện đại không còn đáp ứng được các yêu cầu sản xuất hiện tại, người quản lý có thể lựa chọn giảm cấp thiết bị để sử dụng trong một xưởng sản xuất thử nghiệm quy mô nhỏ. Các giải pháp Kinh tế Tuần hoàn như vậy nhằm mục đích làm chậm lại hoặc tăng số lượng các vòng lặp tái sử dụng.

Cấp độ 3: Sản xuất tuần hoàn (CM)

Sản xuất tuần hoàn được định nghĩa là việc áp dụng đồng thời các chiến lược CE khác nhau để đáp ứng nhu cầu của các bên liên quan bằng cách dựa vào các hoạt động nội bộ và bên ngoài của các nhà sản xuất để giảm tiêu thụ tài nguyên, kéo dài chu kỳ sống của tài nguyên và đóng vòng lặp tài nguyên (Acerbi & Taisch, 2020).

Nhìn chung, các giải pháp dựa trên ma trận tuần hoàn dễ tiếp cận hơn so với các giải pháp liên quan đến tránh né hoặc thay thế, và các giải pháp này liên quan đến hành động CE, ví dụ, sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo tại các điểm mua sắm và sản xuất, giảm sử dụng nước thông qua xử lý tại chỗ hoặc tái chế; tối đa hóa việc sử dụng pallet và các vật liệu đóng gói tái tạo hoặc có thể tái chế; sửa chữa các bộ phận bị lỗi và đảm bảo rằng các bộ phận này có thể được tái sử dụng; sử dụng các vật liệu dùng một lần nhiều lần, ví dụ, sử dụng găng tay dùng một

lần nhiều hơn một lần trong nhà máy sản xuất; và tái chế bất kỳ nguyên tố đất hiếm nào tham gia vào quá trình sản xuất để giảm nhẹ gánh nặng môi trường và kinh tế.

3.2.4. Ma trận 4: Xử lý

Ma trận chiến lược thứ tư, xử lý, là biện pháp cuối cùng cho việc quản lý chất thải và nước thải. Các chiến lược xử lý không chỉ bao gồm việc chôn lấp mà còn bao gồm việc thu hồi chất thải cho các mục đích hữu ích, ví dụ, phục hồi năng lượng và sử dụng để làm mặt đường. So với việc chôn lấp, việc phục hồi năng lượng từ chất thải phù hợp hơn với khái niệm Kinh tế Tuần hoàn.

Các hành động bảo vệ môi trường có thể được chia thành ba loại: chuyển giao ô nhiễm, xử lý và phòng ngừa ô nhiễm. Chỉ có phòng ngừa ô nhiễm mới có thể tạo ra lợi nhuận cho doanh nghiệp (King & Lenox, 2001). Nói cách khác, trong bốn chiến lược, các chiến lược tránh né hoặc thay thế được ưu tiên, tiếp theo là tái sử dụng, tái chế hoặc sử dụng hạ cấp trong ma trận lưu thông, với việc chôn lấp hoặc phục hồi năng lượng là biện pháp cuối cùng. Nguyên tắc chung là giữ giá trị của nguyên liệu thặng dư càng cao càng tốt mà không hy sinh quá nhiều lợi nhuận của nhà sản xuất.

3.3. Xác định và đánh giá cải tiến (GIAI ĐOẠN 3)

3.3.1. Phân tích thỏa hiệp và xác định các biện pháp khắc phục

Phân tích ở giai đoạn 2 chỉ cung cấp hướng giải quyết vấn đề chứ không chỉ ra các biện pháp khắc phục cụ thể. Do đó, một khi người quản lý đã làm rõ hướng chiến lược, các biện pháp cụ thể cần sử dụng từ những hướng này phải được xác định và ưu tiên. Người quản lý phải hiểu rõ tình trạng sản xuất và đánh giá hoặc làm rõ các khía cạnh sau: (1) vấn đề cần giải quyết; (2) các chiến lược được xác định trong giai đoạn 2 cần được chọn làm hướng cải tiến; (3) tinh chỉnh các biện pháp cải tiến theo tình hình thực tế của xưởng sản xuất; (4) cân nhắc các biện pháp dựa trên một số yếu tố chính, bao gồm tiết kiệm vật liệu (MS), tiết kiệm năng lượng/nước (E/W), giảm ô nhiễm (PR), hiệu quả tài nguyên (RE), giảm chi phí (CR), cải thiện chất lượng (QI) và cải thiện tỷ lệ giao hàng; (5) xác định liệu các biện pháp có nên được triển khai dựa trên phân tích cân bằng và tình hình thực tế; (6) mức độ khẩn cấp của việc triển khai các biện pháp (cao/trung bình/thấp); (7) các loại cải tiến (hoàn thành một lần hoặc Kaizen); (8) thời gian kết thúc; và (9) phân công trách nhiệm.

Ngoài ra, các nhà quản lý phải thực hiện phân tích thỏa hiệp rộng rãi cho các chiến lược hợp lý, ví dụ, xem xét liệu các chiến lược này có kinh tế, đáp ứng yêu cầu quy trình hay ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm hay không. Đáng chú ý, các doanh nghiệp sản xuất vừa và nhỏ thường chọn các biện pháp rẻ tiền, dễ triển khai và không ảnh hưởng đáng kể đến năng suất. Do đó, các nhà quản lý phải tận dụng một số yếu tố chính do mô hình thỏa hiệp nhỏ cung cấp để cân bằng các biện pháp trong giai đoạn này. Để hỗ trợ các nhà quản lý trong việc ra quyết định, một số thỏa hiệp cho các hành động thông thường, được chỉnh sửa từ Fu & cs. (2017). Tất cả các biện pháp này phải được đánh giá lặp đi lặp lại. Mặc dù có thể có nhiều biện pháp chuẩn bị cho cùng một vấn đề, chỉ có một biện pháp có thể được triển khai.

3.3.2. Triển khai kế hoạch hành động

Bước này liên quan đến việc triển khai các kế hoạch hành động cải tiến. Các loại biện pháp triển khai trong một nhà máy sản xuất có thể được chia thành hoàn thành một lần và cải

tiến liên tục. Các biện pháp cải tiến liên tục có thể được tích hợp vào kế hoạch sản xuất tinh gọn hàng ngày của nhà máy. Lựa chọn tối ưu là kết hợp các thực hành thiết kế tuần hoàn vào các xem xét thiết kế nhà máy trước khi thiết lập nhà máy.

3.3.3. Theo dõi và đánh giá

Bước cuối cùng là theo dõi các hành động đã được triển khai và đánh giá tác động đến hiệu quả hoạt động. Các nhà quản lý cần tiến hành các đánh giá định kỳ để xác minh hiệu quả của các biện pháp này. Hơn nữa, các nhà quản lý cần đánh giá liệu các hành động đã đạt được hiệu quả mong muốn hay không.

Trong khung Kinh tế Tuần hoàn, các phương pháp đánh giá trực tiếp cho từng sản phẩm bao gồm phân tích biểu đồ Sankey, phân tích đầu vào – đầu ra (input-output) (Kalmykova & cs., 2018), phân tích dòng chất liệu (MFA), và đánh giá vòng đời (LCA). Hầu hết các phương pháp này đánh giá tỷ lệ tái chế của dòng chất liệu hoặc năng lượng (Harris & cs., 2021). Những phương pháp này khả thi nếu có dữ liệu chính xác và liên quan.

Một số chỉ số đánh giá cụ thể bao gồm: (1) năng lượng: tiêu thụ điện và khí được thu thập bằng đồng hồ và chuẩn hóa theo chi phí; (2) nước: tiêu thụ nước được thu thập bằng đồng hồ nước và chuẩn hóa theo chi phí; (3) nước thải: khối lượng nước thải và tình trạng tuân thủ môi trường được theo dõi bằng đồng hồ; (4) chất thải: tất cả chất thải được sinh ra trong xưởng tại một thời điểm nhất định. Sử dụng đơn vị tiêu thụ để tính toán và thống nhất với chi phí; (5) dầu và hóa chất: thu thập và theo dõi xu hướng sử dụng dầu và hóa chất trong xưởng và thống nhất với chi phí (Moraga & cs., 2019).

4. Các lưu ý khi áp dụng phương pháp CEEP vào khu công nghiệp Dung Quất

Khi áp dụng phương pháp CEEP vào Khu công nghiệp Dung Quất, các ma trận chiến lược phát huy vai trò là nền tảng không thể thiếu, được cấu thành dựa trên mô hình tái tạo chất thải của (Kurdve & Bellgran, 2021). Tuy nhiên, khác với mô hình tái chế thông thường, phương pháp CEEP không chỉ phân tích sự tương đồng và khác biệt giữa các giải pháp của GL và CE mà còn ứng dụng các kết quả để xây dựng nên các ma trận chiến lược. Những ma trận này được thiết kế để kết hợp với nguyên tắc cải tiến liên tục (Kaizen), qua đó tạo thành các giai đoạn phát triển của phương pháp CEEP. Cách tiếp cận này mở ra khả năng tích hợp việc sử dụng tài nguyên chất thải vào quá trình sản xuất, một yếu tố mà các nghiên cứu trước đây chưa xem xét.

Về mặt chiến lược, lưu thông được coi là giải pháp thiết yếu, theo nghiên cứu văn bản và các trường hợp thực tế. Các chiến lược tránh né và thay thế, thuộc về GL, nhấn mạnh việc loại bỏ nguyên nhân gốc của vấn đề, một mục tiêu thường không thể đạt được trong nhiều trường hợp. Các quá trình sản xuất, đặc biệt trong các công ty sản xuất nặng, liên quan đến nhiều nguồn chất thải, và việc tái chế những nguồn này là bước đi logic nhất. Phương pháp CEEP nhằm tích hợp quá trình suy nghĩ về tái chế của CE với quản lý GL có ý nghĩa quan trọng trong việc tăng cường hiệu quả tài nguyên trong ngành công nghiệp sản xuất (Gupta & cs., 2021).

Áp dụng phương pháp CEEP vào Khu công nghiệp Dung Quất đòi hỏi một sự hiểu biết sâu sắc về các yếu tố cấu thành nền tảng của phương pháp và cách thức phối hợp các chiến lược khác nhau. Dựa trên nghiên cứu của Gupta & cs. (2021), việc chỉ tập trung cải thiện hiệu suất môi trường không đủ để đạt được các mục tiêu bền vững trong sản xuất. Điều này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc áp dụng một cách tiếp cận toàn diện hơn, bao gồm cả sự cải tiến hiệu

quả tài nguyên và xử lý chất thải quá trình một cách hợp lý. Các công ty tại Khu công nghiệp Dung Quất cần phát triển mô hình kinh doanh với các vòng lặp nhỏ được nhúng trong các vòng lặp lớn, sử dụng phương pháp CEEP để đảm bảo rằng cả chu trình sản xuất và chuỗi giá trị được tối ưu hóa cho bền vững (Urbinati & cs., 2020).

Về lợi ích cụ thể của phương pháp CEEP khi kết hợp GL và CE, các công ty tại Khu công nghiệp Dung Quất có thể trở nên tinh gọn và thân thiện với môi trường hơn. Các thực hành GL đã được chứng minh là có liên quan mật thiết đến việc giảm chi phí và thời gian tiêu thụ, trong khi các thực hành xanh gắn liền với việc giảm tải môi trường. CEEP tập trung vào việc tăng cường sử dụng tài nguyên tự nhiên và giảm tác động môi trường, đồng thời nhấn mạnh sự hợp tác xuyên suốt chuỗi cung ứng, cung cấp một tài liệu tham khảo cho các công ty hoạt động trong toàn bộ chuỗi giá trị. Điều này không chỉ tạo điều kiện cho các công ty áp dụng phương pháp CEEP một cách hiệu quả mà còn góp phần vào sự phát triển bền vững.

5. Kết luận

Khi áp dụng phương pháp CEEP tại Khu công nghiệp Dung Quất, việc tích hợp công nghệ Tuần hoàn (CE) và Quản lý Tinh gọn (GL) trở nên thiết yếu. Cách tiếp cận này không chỉ giúp giảm thiểu lượng chất thải và tăng hiệu quả sử dụng năng lượng mà còn hỗ trợ tái sử dụng và tái chế nguồn tài nguyên. Điều này đặc biệt quan trọng đối với các công ty trong khu công nghiệp nặng, nơi quá trình sản xuất thường liên quan đến lượng lớn chất thải. Phương pháp CEEP nhằm mục đích tạo ra một quy trình sản xuất bền vững hơn bằng cách giảm thiểu tác động môi trường và cải thiện hiệu quả tài nguyên thông qua việc quản lý vòng kín các nguồn lực và cải tiến liên tục.

Để thành công trong việc triển khai phương pháp CEEP, việc mở rộng sự hợp tác xuyên suốt chuỗi giá trị là cần thiết. Các biện pháp cải tiến dựa trên tư duy CE không chỉ liên quan đến hoạt động nội bộ tại nhà máy mà còn đòi hỏi sự tham gia của các đối tác thượng nguồn và hạ lưu. Điều này đòi hỏi một sự phối hợp chặt chẽ, đồng thời cải thiện hiệu quả và bền vững của toàn bộ chuỗi cung ứng, từ nguồn nguyên liệu đến sản phẩm cuối cùng. Quản lý chuỗi cung ứng hiệu quả sẽ giúp đảm bảo rằng các nguyên tắc của CE và GL được áp dụng một cách toàn diện và hiệu quả.

Các công ty sản xuất tại Khu công nghiệp Dung Quất cần chủ động đổi mới và phát triển các kỹ thuật không chỉ hỗ trợ sản xuất sạch hơn mà còn đảm bảo hoạt động sản xuất phù hợp với các yêu cầu bền vững hiện đại. Điều này bao gồm việc khám phá các công nghệ mới như Công nghệ 4.0 và các phương pháp sản xuất không gây ô nhiễm, nhằm tối ưu hóa quy trình sản xuất và giảm thiểu tác động đến môi trường. Tuy nhiên, các nhà quyết định cần hiểu rằng việc áp dụng những ứng dụng này không nhất thiết phải đồng nghĩa với việc phát sinh chi phí lớn. Thay vào đó, điều quan trọng là phải có sự thay đổi trong tư duy và quản lý để thực hiện những cải tiến này một cách hiệu quả.

Cuối cùng, việc đánh giá tính khả thi và hiệu quả của phương pháp CEEP trong bối cảnh cụ thể của Khu công nghiệp Dung Quất là rất quan trọng. Các công ty cần tiến hành đánh giá liên tục để đảm bảo rằng các chiến lược được áp dụng không chỉ làm giảm tác động môi trường mà còn cải thiện hiệu quả kinh tế. Điều này sẽ giúp các công ty không chỉ duy trì sự phát triển bền vững mà còn đảm bảo khả năng cạnh tranh trên thị trường.

Tài liệu tham khảo

- Acerbi, F., & Taisch, M. (2020). A literature review on circular economy adoption in the manufacturing sector. *Journal of Cleaner Production*, 273(1), 123086. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123086>
- Agyabeng-Mensah, Y., Tang, L., Afum, E., Baah, C., & Dacosta, E. (2021). Organisational identity and circular economy: Are inter and intra organisational learning, lean management and zero waste practices worth pursuing? *Sustainable Production and Consumption*, 28, 648–662. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.06.018>
- Alves, J. R. X., & Alves, J. M. (2015). Production management model integrating the principles of lean manufacturing and sustainability supported by the cultural transformation of a company. *International Journal of Production Research*, 53(17), 5320–5333. <https://ideas.repec.org//a/taf/tprsx/v53y2015i17p5320-5333.html>
- Aranda-Usón, A., Portillo-Tarragona, P., Scarpellini, S., & Llena-Macarulla, F. (2020). The progressive adoption of a circular economy by businesses for cleaner production: An approach from a regional study in Spain. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119648. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119648>
- Caldera, H. T. S., Desha, C., & Dawes, L. (2019). Evaluating the enablers and barriers for successful implementation of sustainable business practice in ‘lean’ SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 218(1), 575–590. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.239>
- Ciliberto, C., Szopik-Depczyńska, K., Tarczyńska-Luniewska, M., Ruggieri, A., & Ioppolo, G. (2021). Enabling the Circular Economy transition: A sustainable lean manufacturing recipe for Industry 4.0. *Business Strategy and the Environment*, 30(7), 3255–3272. <https://doi.org/10.1002/bse.2801>
- Coughlan, D., Fitzpatrick, C., & McMahon, M. (2018). Repurposing end of life notebook computers from consumer WEEE as thin client computers – A hybrid end of life strategy for the Circular Economy in electronics. *Journal of Cleaner Production*, 192(1), 809–820. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.029>
- Dües, C. M., Tan, K. H., & Lim, M. (2013). Green as the new Lean: How to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 40, 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.023>
- Favi, C., Marconi, M., Germani, M., & Mandolini, M. (2019). A design for disassembly tool oriented to mechatronic product de-manufacturing and recycling. *Advanced Engineering Informatics*, 39(1), 62–79. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2018.11.008>
- Fu, X., Guo, M., & Zhanwen, N. (2017). Applying the green Embedded lean production model in developing countries: A case study of china. *Environmental Development*, 24, 22–35. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2017.02.004>
- Gupta, H., Kumar, A., & Wasan, P. (2021). Industry 4.0, cleaner production and circular economy: An integrative framework for evaluating ethical and sustainable business performance of manufacturing organizations. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126253. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126253>
- Gusmerotti, N. M., Testa, F., Corsini, F., Pretner, G., & Iraldo, F. (2019). Drivers and approaches to the circular economy in manufacturing firms. *Journal of Cleaner Production*, 230(1), 314–327. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.044>
- Harris, S., Martin, M., & Diener, D. (2021). Circularity for circularity’s sake? Scoping review of assessment methods for environmental performance in the circular economy. *Sustainable Production and Consumption*, 26(1), 172–186. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.09.018>

- Hasegawa, S., Kinoshita, Y., Yamada, T., & Bracke, S. (2019). Life cycle option selection of disassembly parts for material-based CO2 saving rate and recovery cost: Analysis of different market value and labor cost for reused parts in German and Japanese cases. *International Journal of Production Economics*, 213(1), 229–242. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.02.019>
- Kalmykova, Y., Sadagopan, M., & Rosado, L. (2018). Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation and Recycling*, 135(1), 190–201. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034>
- King, A. A., & Lenox, M. J. (2001). Lean and Green? An Empirical Examination of the Relationship Between Lean Production and Environmental Performance. *Production and Operations Management*, 10(3), 244–256. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2001.tb00373.x>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Kurdve, M., & Bellgran, M. (2021). Green lean operationalisation of the circular economy concept on production shop floor level. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123223. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123223>
- Li, H., Bao, W., Xiu, C., Zhang, Y., & Xu, H. (2010). Energy conservation and circular economy in China's process industries. *Energy*, 35(11), 4273–4281. <https://ideas.repec.org/a/eee/energy/v35y2010i11p4273-4281.html>
- Liu, B., Chen, D., Zhou, W., Nasr, N., Wang, T., Hu, S., & Zhu, B. (2018). The effect of remanufacturing and direct reuse on resource productivity of China's automotive production. *Journal of Cleaner Production*, 194, 309–317. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.119>
- Ma, S., Hu, S., Chen, D., & Zhu, B. (2015). A case study of a phosphorus chemical firm's application of resource efficiency and eco-efficiency in industrial metabolism under circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 87(1), 839–849. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.059>
- Marconi, M., Germani, M., Mandolini, M., & Favi, C. (2019). Applying data mining technique to disassembly sequence planning: A method to assess effective disassembly time of industrial products. *International Journal of Production Research*, 57(2), 599–623.
- Mhatre, P., Panchal, R., Singh, A., & Bibyan, S. (2021). A systematic literature review on the circular economy initiatives in the European Union. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 187–202. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.09.008>
- Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G. A., Alaerts, L., Van Acker, K., de Meester, S., & Dewulf, J. (2019). Circular economy indicators: What do they measure? *Resources, Conservation and Recycling*, 146(1), 452–461. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045>
- OECD. (2019). *Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences*. Organisation for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/environment/global-material-resources-outlook-to-2060_9789264307452-en
- Pampanelli, A. B., Found, P., & Bernardes, A. M. (2014). A Lean & Green Model for a production cell. *Journal of Cleaner Production*, 85(1), 19–30. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.014>

- Piyathanavong, V., Garza-Reyes, J., Kumar, V., Maldonado-Guzmán, G., & Mangla, S. (2019). The adoption of operational environmental sustainability approaches in the Thai manufacturing sector. *Journal of Cleaner Production*, 220(0), 507–528. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.093>
- Romero, D., & Rossi, M. (2017). Towards Circular Lean Product-Service Systems. *Procedia CIRP*, 64, 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.133>
- Sartal, A., Ozcelik, N., & Rodríguez, M. (2020). Bringing the circular economy closer to small and medium enterprises: Improving water circularity without damaging plant productivity. *Journal of Cleaner Production*, 256(1), 120363. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120363>
- Shahbazi, S., Wiktorsson, M., & Kurdve, M. (2019). Using the Green Performance Map: Towards Material Efficiency Measurement. In L. de Boer & P. Houman Andersen (Eds.), *Operations Management and Sustainability: New Research Perspectives* (pp. 247–269). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93212-5_13
- Sitcharangsie, S., Ijomah, W., & Wong, T. C. (2019). Decision makings in key remanufacturing activities to optimise remanufacturing outcomes: A review. *Journal of Cleaner Production*, 232(1), 1465–1481. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.204>
- Szymanska-Bralkowska, M., & Malinowska, E. (2018). Improving company's environmental performance through Green Lean approach. *Ekonomia i Prawo*, 17(4), 433–442. <https://ideas.repec.org/a/cpn/umkeip/v17y2018i4p433-442.html>
- Urbinati, A., Rosa, P., Sassanelli, C., Chiaroni, D., & Terzi, S. (2020). Circular business models in the European manufacturing industry: A multiple case study analysis. *Journal of Cleaner Production*, 274(1), 122964. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122964>
- Wang, M., Liu, P., Gu, Z., Cheng, H., & Li, X. (2019). A Scientometric Review of Resource Recycling Industry. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(23), Article 23. <https://doi.org/10.3390/ijerph16234654>
- Wen, X., Cao, H., Hon, B., Chen, E., & Li, H. (2021). Energy value mapping: A novel lean method to integrate energy efficiency into production management. *Energy*, 217(1), 119353. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119353>
- Zokaei, K., Manikas, I., & Lovins, H. (2017). Environment is free; but it's not a gift. *International Journal of Lean Six Sigma*, 8(3), 377–386. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-01-2017-0004>