

TÀI LIỆU HƯỚNG DẪN

THỰC HIỆN ĐÁNH GIÁ VÒNG ĐỜI (LCA) CHO CÁC SẢN PHẨM VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Lời nói đầu

“Hướng dẫn đánh giá vòng đời (LCA) cho các sản phẩm vật liệu xây dựng” do Viện Vật liệu xây dựng biên soạn, Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường đề nghị, Bộ Xây dựng thẩm định và ban hành.

MỤC LỤC

Lời nói đầu	2
1. Phạm vi áp dụng.....	4
2. Tài liệu tham khảo	5
3. Thuật ngữ, định nghĩa	6
4. Thông tin chung về đánh giá vòng đời sản phẩm và các yêu cầu.....	7
5. Quy trình thực hiện vòng đời sản phẩm cho sản phẩm vật liệu xây dựng.....	8
6. Xác định mục tiêu, phạm vi LCA	9
6.1. Xác định mục tiêu	9
6.2. Xác định phạm vi	10
7. Phân tích kiểm kê (LCI).....	14
7.1. Chuẩn bị thu thập dữ liệu	15
7.2. Thu Thập dữ liệu	16
7.3. Thẩm định, chuẩn hoá dữ liệu	17
7.4. Chuẩn hoá lại ranh giới lựa chọn	17
8. Đánh giá tác động (LCIA)	18
8.1. Các loại tác động và lựa chọn tác động.....	18
8.2. Chỉ thị tác động, lựa chọn chỉ thị	19
9. Diễn giải.....	23
10. Báo cáo kết quả.....	25
PHỤ LỤC.....	26
Phụ lục 1: Mẫu báo cáo kết quả đánh giá vòng đời sản phẩm (LCA) cho các sản phẩm vật liệu xây dựng.....	26
Phụ lục 2. Các hệ số áp dụng với GWP, ODP, AP, EP, POCP và ADP	33

1. Phạm vi áp dụng

1.1. Hướng dẫn này nêu ra các nội dung, phương pháp, quy trình để thực hiện đánh giá vòng đời sản phẩm (LCA) cho sản phẩm vật liệu xây dựng phù hợp với điều kiện Việt Nam.

1.2. Hướng dẫn này không tách rời, thay thế các tiêu chuẩn kỹ thuật liên quan đến đánh giá vòng đời sản phẩm đã ban hành trong nước và quốc tế.

1.3. Hướng dẫn này áp dụng cho các cá nhân, đơn vị, tổ chức muốn thực hiện đánh giá vòng đời sản phẩm vật liệu xây dựng nhằm xác định các vấn đề môi trường chính, xem xét các biện pháp kiểm soát, cải tiến sản xuất,...với mục tiêu cuối cùng là bảo vệ môi trường.

2. Tài liệu tham khảo

1. Luật bảo vệ môi trường số 72/2020/QH14.
2. Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10/1/2022 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ môi trường .
3. Thông tư số 02/2022/TT-BTNMT ngày 10/1/2022 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên Môi trường quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Bảo vệ môi trường.
4. Quyết định số 1266/QĐ-TTg ngày 18/8/2020 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam thời kỳ 2021 - 2030, định hướng đến năm 2050.
5. TCVN ISO 14040:2009 (ISO 14040: 2006): Quản lý môi trường – Đánh giá vòng đời sản phẩm (LCA) – Nguyên tắc và khuôn khổ.
6. TCVN ISO 14041:2000 (ISO 14041:1998) về quản lý môi trường - Đánh giá chu trình sống của sản phẩm - Xác định mục tiêu, phạm vi và phân tích kiểm kê .
7. TCVN ISO 14044:2011: Quản lý môi trường – Đánh giá vòng đời sản phẩm – Yêu cầu và hướng dẫn.
8. TCVN ISO/TR 14047:2018 (ISO/TR 14047-2012) về Quản lý môi trường - Đánh giá vòng đời của sản phẩm - Hướng dẫn minh họa cách áp dụng TCVN ISO 14044 đối với các tình huống đánh giá tác động.
9. TCVN ISO/TS 14048:2015 (ISO/TS 14048:2002) về Quản lý môi trường - Đánh giá vòng đời của sản phẩm - Định dạng tài liệu về dữ liệu.
10. TCVN ISO/TR 14049:2015: Quản lý môi trường - Đánh giá vòng đời sản phẩm - Các ví dụ minh họa cách áp dụng TCVN ISO 14044 để xác định phạm vi, mục tiêu và phân tích kiểm kê vòng đời sản phẩm.
11. TCVN ISO 14020:2009 (ISO 14020:2000) về Nhãn môi trường và bản công bố môi trường - Nguyên tắc chung.
12. TCVN ISO 14024:2005 (ISO 14024: 1999) về Nhãn môi trường và công bố môi trường - Ghi nhãn môi trường kiểu 1 - Nguyên tắc và thủ tục.
14. ISO 14040: 2006 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework.
15. ISO 14044: 2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines.
16. Life Cycle Assessment Best Practices of ISO 14040 Series, Ministry of Commerce, Industry and Energy Republic of Korea, 2004.
17. Global Guidance for Life Cycle Impact Assessment Indicators Volume 1, 2, United Nations Environment Programme, 2016, 2019.
18. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance, European Commission, 2010.
19. Characterisation factors of the ILCD Recommended Life Cycle Impact Assessment methods, European Commission, 2012.
20. Guidance on Data Quality Assessment for Life Cycle Inventory Data, EPA, 2016.
21. Environmental life Cycle Assessment of products Guide-1992, R.Heijungs, Multicopy, Leiden, ISBN: 90-5191-064-9, 1992.
22. Life Cycle Assessment An operational guide to the ISO standards, Ministry of housing,

spatial planning and the environment and Centre of environmental science – Leiden university (CML), 2001.

23. Life Cycle Assessment A guide to approaches, experiences and information sources, European Environment Agency (EEA), 1997.

3. Thuật ngữ, định nghĩa

Trong hướng dẫn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

Vòng đời sản phẩm (life cycle)

Các giai đoạn liên tiếp và liên quan với nhau của một hệ thống sản phẩm, từ thu thập hoặc tạo ra các nguyên liệu thô từ các nguồn tài nguyên thiên nhiên đến thải bỏ cuối cùng

Đánh giá vòng đời của sản phẩm (life cycle assessment)

LCA

Thu thập và đánh giá đầu vào, đầu ra và các tác động môi trường tiềm ẩn của một hệ thống sản phẩm trong suốt vòng đời của nó

Phân tích kiểm kê vòng đời của sản phẩm (life cycle inventory analysis)

LCI

Giai đoạn của đánh giá vòng đời của sản phẩm, bao gồm việc thu thập và lượng hóa các đầu vào và đầu ra cho một sản phẩm trong suốt vòng đời

Đánh giá tác động của vòng đời sản phẩm (life cycle impacts assessment)

LCIA

Giai đoạn đánh giá vòng đời của sản phẩm, nhằm để hiểu và đánh giá tầm quan trọng, ý nghĩa của các tác động môi trường tiềm ẩn của một hệ thống sản phẩm trong suốt vòng đời của sản phẩm đó

Diễn giải vòng đời (life cycle interpretation)

Giai đoạn đánh giá vòng đời của sản phẩm, trong đó các phát hiện của phân tích kiểm kê hoặc của đánh giá tác động, hoặc cả hai, được đánh giá liên quan với mục tiêu và phạm vi đã xác định để đưa ra các kết luận và kiến nghị

Tính minh bạch (transparency)

Việc trình bày các thông tin một cách công khai, toàn diện và có thể hiểu được.

Sản phẩm (product)

Mọi hàng hóa hoặc dịch vụ bất kỳ

Quá trình (process)

Tập hợp các hoạt động liên quan với nhau hoặc tương tác với nhau để biến đổi đầu vào thành đầu ra

Nguyên liệu thô (raw material)

Vật liệu chính hoặc vật liệu phụ được sử dụng để sản xuất ra sản phẩm

Đầu vào phụ trợ (ancillary input)

Nguyên liệu đầu vào được sử dụng cho quá trình đơn vị để sản xuất ra sản phẩm, nhưng không cấu thành nên một phần của sản phẩm đó

Chất lượng dữ liệu (data quality)

Các đặc tính của dữ liệu liên quan đến khả năng thỏa mãn các yêu cầu đã công bố

Đơn vị chức năng (functional unit)

Đặc tính định lượng của một hệ thống sản phẩm để sử dụng như một đơn vị chuẩn

Đầu vào (input)

Sản phẩm, vật liệu hoặc dòng năng lượng đi vào một quá trình đơn vị.

Đầu ra (output)

Sản phẩm, nguyên liệu hoặc dòng năng lượng ra khỏi một quá trình đơn vị

Ranh giới hệ thống (system boundary)

Tập hợp các tiêu chí quy định các quá trình đơn vị nào là phần của một hệ thống sản phẩm

Chất thải (waste)

Các chất hoặc vật thể mà người giữ chúng có ý định hoặc được yêu cầu thải bỏ đi

Loại tác động (impact category)

Loại tác động đại diện cho vấn đề môi trường được quan tâm mà kết quả kiểm kê vòng đời của sản phẩm hướng vào

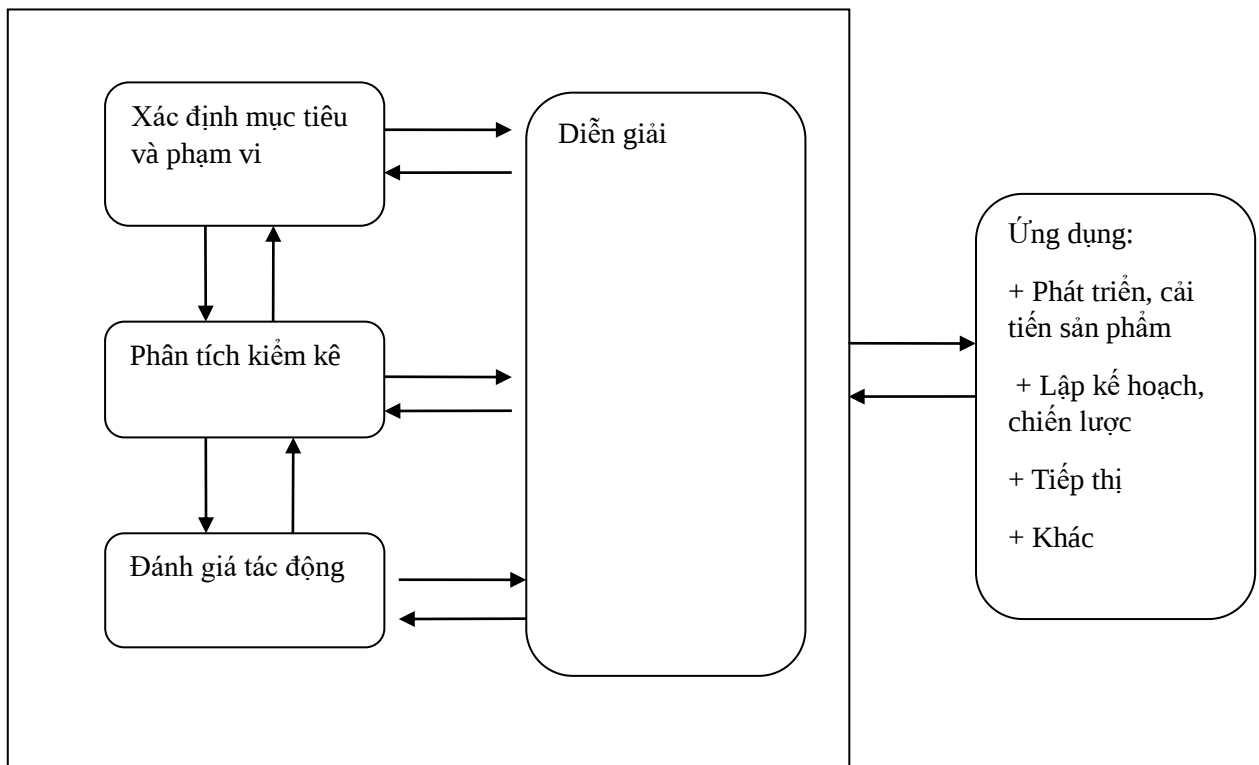
Chỉ thị của loại tác động (impact category indicator)

Sự thể hiện định lượng được của một loại tác động

4. Thông tin chung về đánh giá vòng đời sản phẩm và các yêu cầu

Vòng đời sản phẩm thông thường trải qua bốn giai đoạn: (1) Khai thác nguyên liệu, (2) Sản xuất sản phẩm, (3) Sử dụng sản phẩm và (4) Thải bỏ sản phẩm. Trong từng giai đoạn trong vòng đời sẽ cần tiêu thụ các dòng vật chất năng lượng đầu vào và thải ra các dòng vật chất, năng lượng đầu ra. Các hoạt động này tiềm ẩn các tác động tới môi trường và khó để có thể nhận diện một cách trực tiếp.

Đánh giá vòng đời sản phẩm (LCA) là một kỹ thuật được sử dụng rộng rãi trong việc xác định các khía cạnh môi trường và các tác động tiềm ẩn trong suốt vòng đời một loại hình sản phẩm bất kỳ. Có bốn giai đoạn trong một nghiên cứu LCA: giai đoạn xác định mục tiêu và phạm vi; giai đoạn phân tích kiểm kê; giai đoạn đánh giá tác động; giai đoạn diễn giải. Khung cơ bản của đánh giá vòng đời sản phẩm được mô tả như sau:



Hình 1. Khung đánh giá vòng đời sản phẩm

Mục tiêu và phạm vi LCA đơn giản hay chi tiết, chiều sâu và bề rộng của LCA phụ thuộc vào từng đối tượng và mục đích của nghiên cứu.

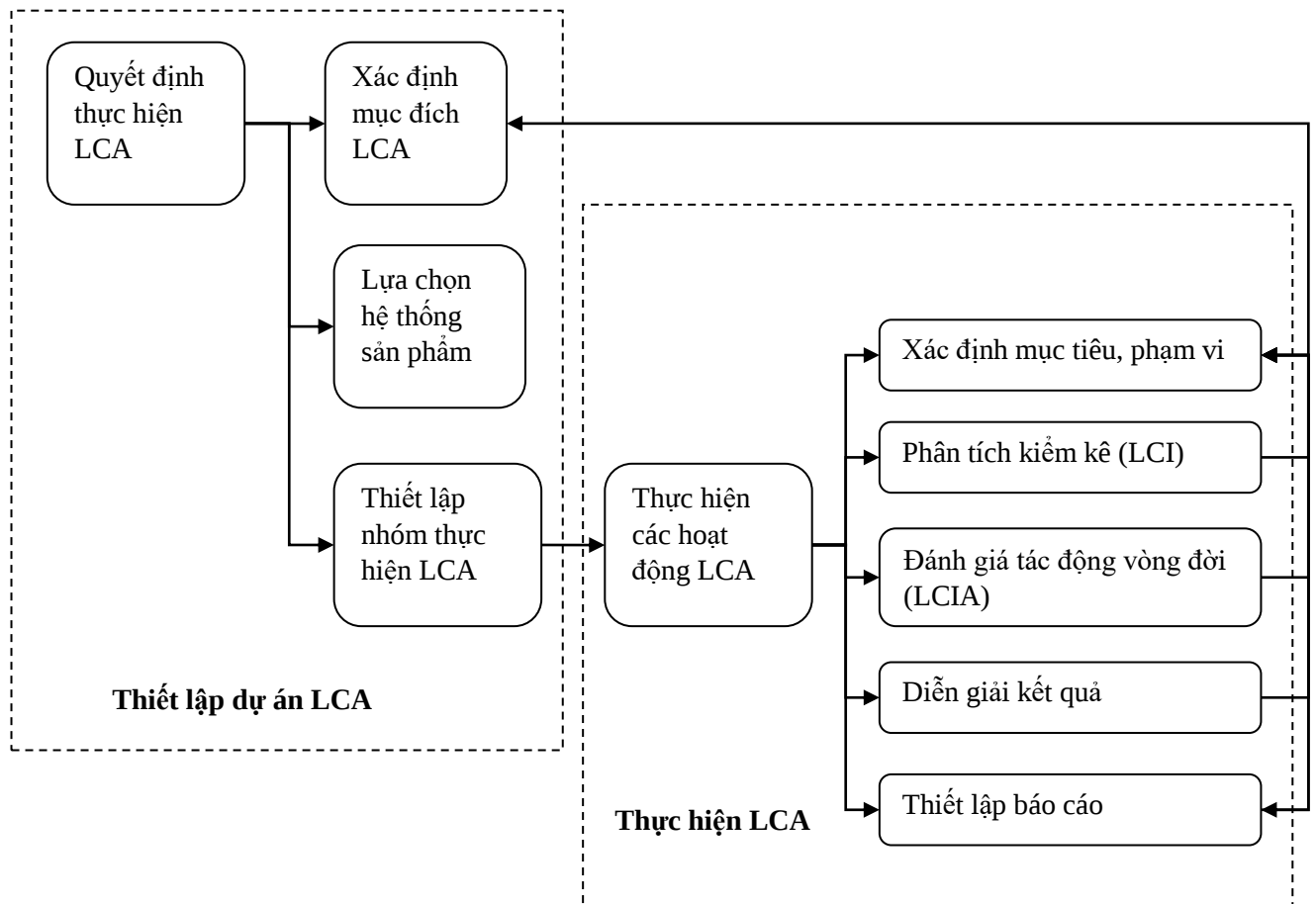
Phân tích kiểm kê (LCI) là giai đoạn kiểm kê, thu thập dữ liệu dòng đầu vào và đầu ra trong suốt vòng đời sản phẩm, đáp ứng mục tiêu LCA.

Đánh giá tác động của vòng đời sản phẩm (LCIA) là giai đoạn tính toán, phân tích các tác động môi trường liên quan đến các kết quả LCI của sản phẩm.

Diễn giải đưa ra các nhận định, đánh giá về các kết quả LCA, đưa ra các kết luận và kiến nghị phù hợp với mục tiêu LCA.

5. Quy trình thực hiện vòng đời sản phẩm cho sản phẩm vật liệu xây dựng

Quy trình chung cho việc thực hiện LCA sản phẩm vật liệu xây dựng được mô tả như sau:



Hình 2. Quy trình chung thực hiện LCA sản phẩm vật liệu xây dựng

6. Xác định mục tiêu, phạm vi LCA

6.1. Xác định mục tiêu

Xác định mục tiêu thực hiện LCA là giai đoạn trong đó các lựa chọn ban đầu xác định kế hoạch hoạt động của LCA được thực hiện. Mục tiêu của việc thực hiện LCA được xây dựng dựa trên các câu hỏi, đối tượng và ứng dụng dự kiến của các kết quả. Xác định các bên liên quan và trách nhiệm của các bên liên quan đến thực hiện LCA.

Xác định mục tiêu thực hiện LCA cho sản phẩm vật liệu xây dựng. Một số mục tiêu cơ bản được đưa ra gồm:

Bảng 1. Mục tiêu thực hiện LCA cho sản phẩm VLXD

Loại LCA	Mục tiêu LCA	Ứng dụng kết quả LCA	Người sử dụng kết quả LCA	Ghi chú
Đánh giá nội bộ (không cần kiểm chứng)	Xác định các yếu tố tác động môi trường chính phát sinh	Sử dụng nội bộ trong đơn vị	Đơn vị thực hiện LCA	Thuộc phạm vi hướng dẫn này
	Cải thiện hiệu suất môi trường	Sử dụng nội bộ trong đơn vị	Đơn vị thực hiện LCA	Thuộc phạm vi hướng dẫn này
	Xem xét lựa chọn các ưu tiên biện pháp kiểm soát	Sử dụng nội bộ trong đơn vị	Đơn vị thực hiện LCA	Thuộc phạm vi hướng dẫn này

Loại LCA	Mục tiêu LCA	Ứng dụng kết quả LCA	Người sử dụng kết quả LCA	Ghi chú
	Xây dựng chính sách, kế hoạch phát triển, cải tiến sản xuất	Sử dụng nội bộ trong đơn vị	Đơn vị thực hiện LCA	Thuộc phạm vi hướng dẫn này
	Xác định trách nhiệm về mặt môi trường	Sử dụng nội bộ trong đơn vị	Đơn vị thực hiện LCA	Thuộc phạm vi hướng dẫn này
	Mục đích khác	Sử dụng nội bộ trong đơn vị	Đơn vị thực hiện LCA	Thuộc phạm vi hướng dẫn này
Đánh giá bên ngoài (cần kiểm chứng)	Tham gia chương trình, dự án có yêu cầu về môi trường Đánh giá chứng nhận sản phẩm (EDP, ISO, ...)	Kết quả được sử dụng rộng rãi, công khai thông tin	Đơn vị thực hiện LCA Chương trình, dự án đăng ký Các tổ chức chứng nhận Cộng đồng	Ngoài phạm vi hướng dẫn này phải đáp ứng thêm các yêu cầu riêng biệt của từng yêu cầu đánh giá

Các nội dung trong hướng dẫn này hoàn toàn phù hợp và đầy đủ với LCA sản phẩm vật liệu xây dựng nội bộ, đơn giản. Đối với LCA chi tiết, với mục tiêu bên ngoài (ví dụ đăng ký chứng nhận EDP,...) cần phải đáp ứng các yêu cầu chi tiết và cụ thể.

6.2. Xác định phạm vi

Xác định phạm vi là thiết lập các điểm chính của LCA bao gồm các phạm vi thời gian, địa lý, công nghệ, ranh giới LCA, phương thức phân tích, mức độ phức tạp của LCA.

Xác định rõ phạm vi dự kiến tiến hành LCA. Đối với sản phẩm vật liệu xây dựng, việc xác định phạm vi LCA có thể như sau:

Bảng 2. Xác định phạm vi cho thực hiện LCA sản phẩm VLXD

STT	Hạng mục	Mô tả phạm vi	Ví dụ
1	Xác định thời gian	Xác định và lựa chọn thời gian LCA phù hợp với mục tiêu đề ra Đây là điểm tham chiếu để thu thập dữ liệu	Thông thường thời gian của dữ liệu sẽ là 1 năm
2	Hệ thống sản phẩm được đánh giá	Sản phẩm cần đánh giá và các quy trình đầu nguồn, cuối nguồn liên quan	Xi măng, gạch ốp lát, sứ vệ sinh,...
3	Ranh giới hệ thống	Xác định quy trình được đưa vào hệ thống sản phẩm Lý tưởng là đưa toàn bộ quy trình liên quan đến sản xuất Loại bỏ các quy trình ít quan trọng theo đánh giá	Khai thác nguyên liệu Sản xuất sản phẩm Vận chuyển sản phẩm
4	Phương pháp luận LCIA	Phương pháp luận được sử dụng để đánh giá tác động môi trường	Hướng dẫn sử dụng phương pháp CML -92
5	Các loại hình tác động	Dự đoán các loại tác động có khả năng liên quan đến vòng đời sản phẩm	Biến đổi khí hậu Phú dưỡng Axit hoá
6	Xác định chức năng	Mục đích, chức năng của sản phẩm	Vật liệu xây dựng
7	Xác định đơn vị	Đơn vị của sản phẩm được đánh giá	Thường lấy theo đơn vị

STT	Hạng mục chức năng	Mô tả phạm vi	Ví dụ
			chuẩn hệ SI: kg sản phẩm m ² sản phẩm lít sản phẩm m ³ sản phẩm sản phẩm
8	Luồng tham chiếu	Lượng sản phẩm cần thiết để thực hiện chức năng	Giá trị lượng sản phẩm tham chiếu để đánh giá: 1 kg xi măng, 1 m ² kính, 1 viên gạch,....

Việc lựa chọn ranh giới hệ thống để thực hiện LCA rất quan trọng và quyết định kết quả quá trình LCA. Phân tích các giai đoạn trong vòng đời sản phẩm vật liệu xây dựng để hỗ trợ thực hiện lựa chọn ranh giới hệ thống được mô tả như sau:

Giai đoạn tạo sản phẩm (A1-A3):

Giai đoạn tạo sản phẩm bao gồm các mô-đun thông tin từ A1 đến A3. Ranh giới hệ thống được thiết lập bao gồm những các quy trình cung cấp nguyên liệu, năng lượng đầu; quá trình sản xuất tiếp và quá trình vận chuyển đến công nhà máy cũng như xử lý mọi chất thải phát sinh từ những hoạt động đó.

Giai đoạn tạo sản phẩm gồm các hoạt động:

+ A1: Khai thác, chế biến nguyên liệu, bao gồm:

- Khai thác và chế biến nguyên liệu thô: đối với tất cả các loại nguyên liệu là đầu vào cho quá trình sản xuất, ví dụ quá trình khai thác mỏ và chế biến các nguyên liệu cho sản xuất vật liệu xây dựng như đá vôi, đất sét, thạch cao, cát, đá,...
- Aái sử dụng sản phẩm hoặc vật liệu từ hệ thống sản phẩm trước đó: quá trình xử lý các vật liệu từ hệ thống sản phẩm khác làm nguyên liệu thô cho sản xuất
- Gia công nguyên liệu thứ cấp được sử dụng làm đầu vào để sản xuất sản phẩm, nhưng không bao gồm quá trình xử lý chất thải trong hệ thống sản phẩm trước đó;
- Sản xuất điện, hơi nước và nhiệt từ các nguồn năng lượng sơ cấp nội bộ phục vụ sản xuất
- Thu hồi năng lượng và các quá trình thu hồi khác từ nhiên liệu thứ cấp, nhưng không bao gồm các quá trình đó các quy trình là một phần của quá trình xử lý chất thải trong hệ thống sản phẩm trước đó;

+ A2: Vận chuyển đến tận công nhà máy và vận chuyển nội bộ;

+ A3: Sản xuất sản phẩm, bao gồm:

- Sản xuất nguyên liệu hoặc tiền sản phẩm
Sản xuất sản phẩm
- Sản xuất bao bì;

Giai đoạn xây dựng (A4-A5)

Giai đoạn quá trình xây dựng bao gồm các hoạt động:

+ A4 - Vận chuyển sản phẩm từ công nhà máy đến công trường, địa điểm xây dựng;

+ A5: Xây dựng, lắp đặt:

- Bảo quản sản phẩm, bao gồm cả việc cung cấp hệ thống sưởi, làm mát, kiểm soát độ ẩm, v.v.;

- Thất thoát sản phẩm trong xây dựng
- Xử lý chất thải từ bao bì sản phẩm và sản phẩm thất thoát trong quá trình quá trình xây dựng cho đến trạng thái cuối cùng của chất thải hoặc xử lý chất thải cuối cùng;
- Lắp đặt sản phẩm vào công trình bao gồm sản xuất và vận chuyển các thiết bị phụ trợ vật liệu và bất kỳ năng lượng, nước nào cần thiết cho việc lắp đặt hoặc vận hành công trường.

Giai đoạn sử dụng (B1-B7):

+ B1- Phát thải từ vật liệu được lắp đặt: phát thải bất kỳ vật liệu xây dựng nào đã được lắp đặt. Ví dụ như từ mái, tường, lớp phủ, sàn,...

+ B2- Bảo trì: Phát thải từ bất kỳ hoạt động bảo trì nào của công trình. Bao gồm các hoạt động bảo trì, bảo dưỡng thường xuyên đối với các bộ phận bị mài mòn, hư hỏng hoặc xuống cấp đã được lên kế hoạch.

+ B3- Sửa chữa: Bao gồm tất cả các hoạt động kỹ thuật nhằm khắc phục, sửa chữa các bộ phận trong công trình để trở về trạng thái sử dụng được. Bao gồm quá trình sửa chữa, sử dụng năng lượng và nước cho sửa chữa, vận chuyển và xử lý các vật liệu cho quá trình sửa chữa.

+ B4- Thay thế: Bao gồm các hoạt động kỹ thuật trong thời gian sử dụng liên quan đến thay thế bất kỳ bộ phận nào của công trình để đảm bảo giá trị sử dụng. Việc thay thế một bộ phận nhỏ bị hư hỏng được liệt vào B3- Sửa chữa, còn thay thế toàn bộ bộ phận của công trình do hư hỏng được gọi là B4-Thay thế. Kết hợp nhiều thay thế được gọi là B5-Cải tạo. Bao gồm sản xuất các bộ phận và vật liệu để thay thế, quá trình thay thế (bao gồm cả tiêu thụ nước và năng lượng), vận chuyển hay xử lý các phần loại bỏ liên quan,

+ B5 – Cải tạo: Bao gồm sự kết hợp của tất cả các hành động liên quan trong quá trình sử dụng để hoàn trả một công trình xây dựng. Bao gồm bảo trì, sửa chữa, thay thế một phần hoặc toàn bộ công trình.

+ B6 – Sử dụng năng lượng để vận hành công trình: Bao gồm toàn bộ quy trình sử dụng năng lượng trong thời gian sử dụng công trình như hệ thống làm mát, thông gió, điều hoà, chiếu sáng, nóng lạnh, vệ sinh, an ninh, an toàn cháy nổ, giao thông nội bộ, thông tin, xử lý và vận chuyển chất thải,...

+ B7 – Vận hành, sử dụng hệ thống nước: Bao gồm toàn bộ quy trình liên quan đến sử dụng nước trong toàn bộ quá trình từ bàn giao công trình tới khi công trình được phá dỡ. Bao gồm cả việc vận chuyển, xử lý nước thải.

Giai đoạn kết thúc vòng đời (C1-C4)

Giai đoạn kết thúc vòng đời sản phẩm xây dựng được xác định khi nó bắt đầu được phá dỡ, thay thế từ công trình và không cung cấp thêm bất kỳ chức năng nào, trùng với giai đoạn kết thúc vòng đời của công trình.

+ C1 – Phá huỷ: Bao gồm việc tháo dỡ, phá huỷ các sản phẩm vật liệu xây dựng khỏi công trình, bao gồm cả việc phân loại

+ C2 – Vận chuyển sản phẩm thải bỏ như quá trình xử lý chất thải: vận chuyển tới đơn vị xử lý chất thải.

+ C3 – Xử lý chất thải: hoạt động xử lý các vật liệu xây dựng thải bỏ như chất thải

+ C4 – Thải bỏ chất thải: bao gồm hoạt động tại khu vực thải bỏ như tiền xử lý trước khi thải bỏ và vận hành bãi thải.

Giai đoạn bổ sung: tạo ra lợi ích ngoài ranh giới hệ thống (D)

Phần này nói tới sự minh bạch về lợi ích môi trường từ việc tái sử dụng sản phẩm, vật liệu, yếu

tổ mang năng lượng từ hệ thống sản phẩm. Nói cách khác, phần này mô tả các rò rỉ khỏi hệ thống sản phẩm mà không phải là chất thải.

Việc lựa chọn ranh giới hệ thống phụ thuộc vào quyết định của người đánh giá, dựa trên các yếu tố như mục tiêu LCA, tính khả thi của các dữ liệu trong từng giai đoạn. Nói chung, các giai đoạn A1-A3 hoàn toàn khả thi trong hoạt động sản xuất vật liệu xây dựng. Trong khi đó, giai đoạn A4-A5 yêu cầu dữ liệu được cung cấp từ hoạt động vận chuyển từ nhà máy sản xuất tới các đại lý và sau đó là tới công trình xây dựng, giai đoạn này thường được thực hiện bởi bên thứ ba vận chuyển. Giai đoạn B, C và D là phù hợp với các công trình.

Đối với các sản phẩm vật liệu xây dựng, việc lựa chọn ranh giới LCA được khuyến nghị như sau:

Bảng 3. Lựa chọn ranh giới cho LCA sản phẩm vật liệu xây dựng

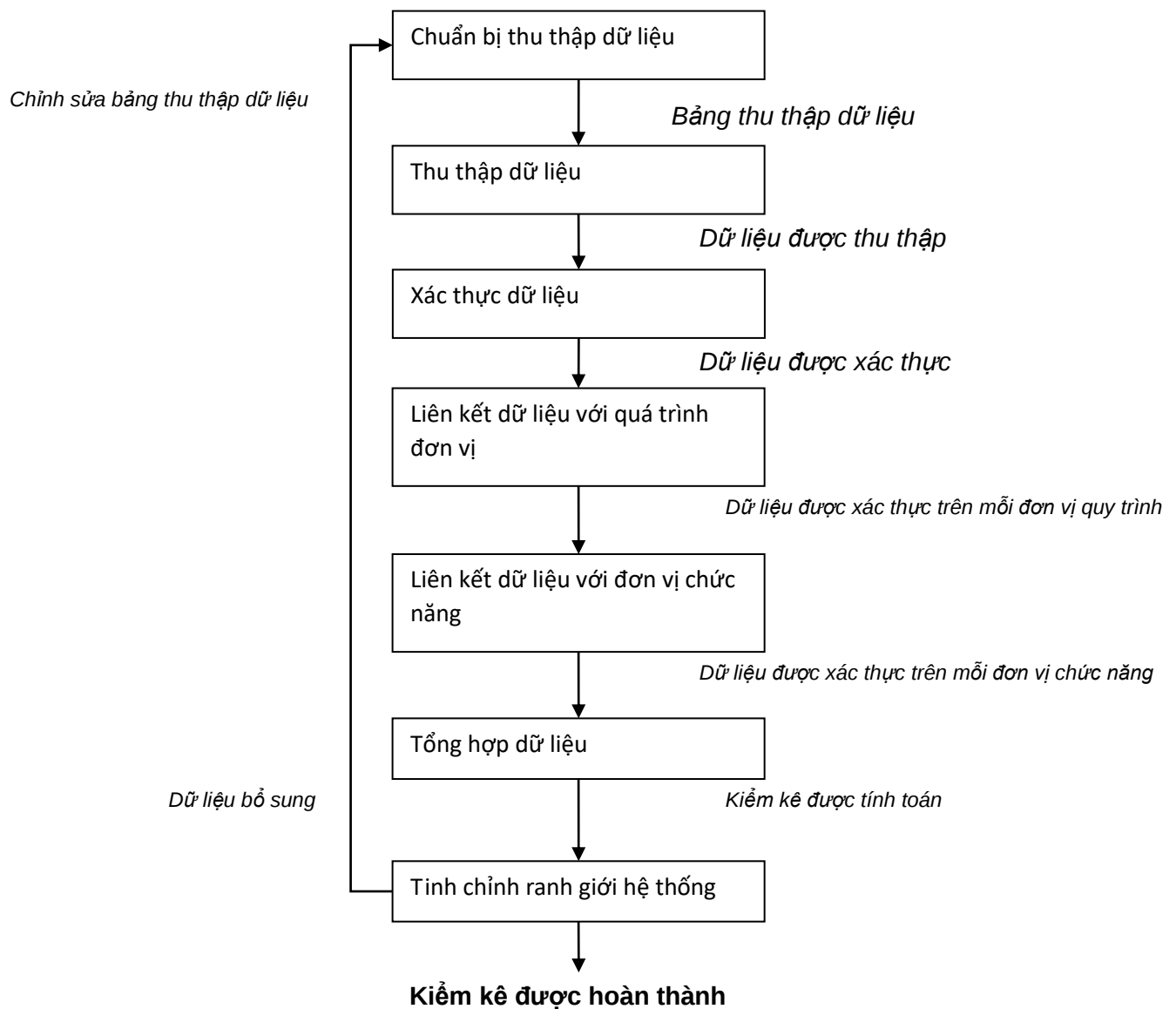
Các giai đoạn trong vòng đời sản phẩm			Lựa chọn đánh giá			
Tên		Ký hiệu	Bắt buộc		Khuyến nghị	
Giai đoạn sản xuất	Khai thác nguyên liệu	A1	x	Thực hiện ở cấp độ các nhà máy sản xuất VLXD		
	Vận chuyển	A2	x			
	Sản xuất	A3	x			
Giai đoạn xây dựng	Vận chuyển	A4			x	Thực hiện ở cấp độ nhà máy sản xuất VLXD khi có dữ liệu đầy đủ về quá trình vận chuyển sản phẩm ra khỏi nhà máy đến công trình
	Xây dựng, lắp đặt	A5			x	
Giai đoạn sử dụng	Sử dụng	B1			x	
	Bảo trì	B2			x	
	Sửa chữa	B3			x	
	Thay thế	B4			x	
	Cải tạo	B5			x	
	Sử dụng năng lượng cho vận hành	B6			x	
	Sử dụng nước cho vận hành	B7			x	

Các giai đoạn trong vòng đời sản phẩm			Lựa chọn đánh giá			
Giai đoạn kết thúc vòng đời	Phá dỡ	C1			x	
	Vận chuyển	C2			x	
	Quá trình xử lý chất thải	C3			x	
	Thải bỏ	C4			x	
Tái sử dụng, thu hồi, tái chế		D			x	

7. Phân tích kiểm kê (LCI)

Phân tích kiểm kê (LCI) là giai đoạn trong đó hệ thống sản phẩm được xác định. Việc xác định gồm thiết lập ranh giới hệ thống, so đồ dòng cho từng quy trình, thu thập dữ liệu cho từng quy trình, tính toán. Kết quả chính của LCI là bảng liệt kê tất cả các đầu vào được định lượng cũng như các chất thải đầu ra gắn liền với đơn vị chức năng đã lựa chọn.

Quy trình thực hiện LCI mô tả như sau:



Hình 3. Quy trình thực hiện LCI sản phẩm vật liệu xây dựng

7.1. Chuẩn bị thu thập dữ liệu

Dữ liệu đầu vào và đầu ra của quy trình được thu thập. Tùy thuộc mục tiêu và yêu cầu chất lượng dữ liệu mà có thể lấy từ các nguồn khác nhau bao gồm:

- + Thu thập trực tiếp tại từng quá trình
- + Lấy từ dữ liệu chung của toàn nhà máy
- + Lấy từ các tài liệu công bố
- + Lấy từ các cơ sở dữ liệu tham khảo

Dữ liệu cần thu thập theo phạm vi thời gian, phạm vi công nghệ đã được đặt ra từ ban đầu.

Chuẩn bị bảng thu thập dữ liệu. Thông thường sẽ gồm các mục như sản phẩm để thu thập dữ liệu, ngày thu thập dữ liệu, thời gian thu thập dữ liệu, giải thích chi tiết về quy trình, đầu vào (nguyên liệu thô, vật liệu phụ trợ, năng lượng, vận chuyển) và đầu ra (khí thải vào không khí, nước và đất) các tham số, số lượng và chất lượng dữ liệu,... Ví dụ về thiết lập bảng thu thập dữ liệu như sau:

Bảng 4. Ví dụ bảng thu thập dữ liệu LCI sản phẩm vật liệu xây dựng

Quá trình:		Người lập biểu:			
Đơn vị sản xuất:		Ngày:			
Thời gian sản phẩm bắt đầu:					
Thời gian sản phẩm kết thúc:					
1) Mô tả quy trình (chi tiết)					
2) Dữ liệu đầu vào:					
Nguyên liệu thô, vật liệu phụ trợ, năng lượng, vận chuyển					
Thông số	Đơn vị	Giá trị	Chất lượng dữ liệu	Xuất xứ	
3) Dữ liệu đầu ra					
Phát thải vào không khí, nước và đất					
Thông số	Đơn vị	Giá trị	Chất lượng dữ liệu	Ghi chú	

Yêu cầu chất lượng dữ liệu:

- + Dữ liệu sử dụng phải mới nhất có thể. Các bộ dữ liệu cho tính toán phải được cập nhật trong vòng 10 năm đối với dữ liệu lấy từ các cơ sở dữ liệu chung và 5 năm với dữ liệu trực tiếp từ đơn vị sản xuất.
- + Dữ liệu được lấy dựa trên giá trị trung bình của 1 năm, các sai lệch sẽ được tính toán và giải thích phù hợp.
- + Đơn vị dữ liệu: phải sử dụng đơn vị theo hệ SI. Các đơn vị cơ bản gồm: mét (m), kilôgam (kg), trọng lượng phân tử tính bằng gam (mol), năng lượng (kWh, MJ), m³, °C

7.2. Thu Thập dữ liệu

Dữ liệu nên được thu thập bởi các nhân sự liên quan trực tiếp tới hệ thống sản phẩm để đảm bảo độ chính xác. Do vậy, người thu thập dữ liệu cần được đào tạo cho về LCA và các thông số dữ liệu cần thu thập.

Thông thường, thời gian mục tiêu cho thu thập dữ liệu là một năm. Việc thu thập dữ liệu nên được bắt đầu từ quy trình quan trọng nhất sau đó chuyển sang các quy trình ít quan trọng hơn.

Thu thập dữ liệu đầu vào

Nhiệm vụ chính của giai đoạn LCI là thu thập dữ liệu của quy trình trong đó có dữ liệu đầu vào. Việc lựa chọn dữ liệu phải được thực hiện có liên quan đến các loại tác động và yếu tố môi trường đưa vào. Định dạng dữ liệu phải minh bạch và nhất quán.

- Đầu vào năng lượng, đầu vào nguyên liệu thô, đầu vào phụ trợ, các đầu vào vật chất khác

Thu thập dữ liệu đầu ra

- Nước thải
- Khí thải
- Nhiệt
- Chất thải rắn
- Các chất thải khác
- Sản phẩm, sản phẩm đồng hành

Bảng 5. Ví dụ về kết quả thu thập dữ liệu cho LCI sản phẩm xi măng, áp dụng cho từng giai đoạn trong vòng đời sản phẩm

Quá trình:		Sản xuất xi măng		Người lập biểu: Nguyễn Văn B	
Đơn vị sản xuất:		Công ty A		Ngày: XX/XX/XXX	
Thời gian sản phẩm bắt đầu:					
Thời gian sản phẩm kết thúc:					
1) Mô tả quy trình (chi tiết)		Xi măng sản xuất theo công nghệ lò quay, có hệ thống công suất lò 6000 tấn/ngày			
2) Dữ liệu đầu vào:					
Nguyên liệu thô, vật liệu phụ trợ, năng lượng, vận chuyển					
Thông số	Đơn vị	Giá trị	Chất lượng dữ liệu	Xuất xứ	
Nguyên vật liệu					
Đá vôi	Kg/kg	1000	Đo đạc trực tiếp	Khai thác tại mỏ	
Đất sét	Tấn	1000	Đo đạc trực tiếp	Khai thác tại mỏ	
.....					
Nhiên liệu					
Than	Tấn	500	Đo đạc trực tiếp	Mua tại công ty A	
FO	Tấn	200	Đo đạc trực tiếp	Mua tại công	

				ty B	
...					
Điện năng					
Điện mua từ lưới điện	kWh	2000	Đo đặc trực tiếp		
Điện tự phát	kWh	200	Đo đặc trực tiếp		
Tổng điện tiêu thụ	kWh	2200	Đo đặc trực tiếp		
Tiêu thụ nước	m ³	400	Đo đặc trực tiếp		
...					
3) Dữ liệu đầu ra					
Phát thải vào không khí, nước và đất					
Thông số	Đơn vị	Giá trị	Chất lượng dữ liệu	Ghi chú	
Nước thải	m ³	500	Đo đặc trực tiếp		
NH ₄	kg	20	Đo đặc trực tiếp		
Tổng N	kg	30	Đo đặc trực tiếp		
Tổng P	kg	40	Đo đặc trực tiếp		
PO ₄ ³⁻	kg	50	Đo đặc trực tiếp		
COD	kg	20	Đo đặc trực tiếp		
Khí thải					
Bụi	kg	100	Đo đặc trực tiếp kết hợp tính toán		
SO ₂	kg	300			
NO _x	kg	200			
NH ₃	kg	300			
Chất thải rắn					
Thông thường	kg	3000	Đo đặc trực tiếp		
Nguy hại	kg	10	Đo đặc trực tiếp		

7.3. Thẩm định, chuẩn hoá dữ liệu

Chất lượng dữ liệu có liên quan lớn đến kết quả do đó đây là một bước quan trọng trong LCA.

Thực hiện thông qua:

- + Cân bằng khối lượng, cân bằng năng lượng, so sánh với các yếu tố phát thải, so sánh với số liệu từ các nguồn khác
- + So sánh giữa số liệu thu thập tại từng vị trí với số liệu chung của toàn đơn vị
- + Số liệu đo đặc, cân trực tiếp

Các số liệu thứ cấp được lấy từ các tài liệu, cơ sở dữ liệu mà không phải trực tiếp từ đơn vị phải được chỉ rõ ràng

Trong quá trình này, bất kỳ dữ liệu nào không đảm bảo tính chính xác cần phải được kiểm tra, thay thế hoặc loại bỏ. Đồng thời, các dữ liệu còn thiếu cũng sẽ được xem xét quyết định để bổ sung phù hợp nhằm lấp đầy các khoảng trống

7.4. Chuẩn hoá lại ranh giới lựa chọn

Thông qua thu thập, thẩm định và chuẩn hoá dữ liệu sẽ điều chỉnh lại ranh giới LCA đã đặt ra dựa trên:

- + Loại trừ các giai đoạn, đầu vào, đầu ra của vòng đời hoặc quá trình đơn vị khi không có ý nghĩa
- + Bổ sung các giai đoạn, đầu vào, đầu ra mới có ý nghĩa hơn

8. Đánh giá tác động (LCIA)

Đánh giá tác động (LCIA) là giai đoạn trong đó tập hợp các kết quả của quá trình phân tích kiểm kê được tiếp tục xử lý dưới dạng các tác động tới môi trường. Một danh sách các tác động được xác định và các tương ứng với đó là các chỉ số cho từng tác động được lựa chọn. Việc lựa chọn các loại tác động được xem xét có thể lượng hoá được hay không.

8.1. Các loại tác động và lựa chọn tác động

Có ba loại nhóm tác động được xem xét cho quá trình LCA gồm:

- + Nhóm A - Các tác động cơ bản: bao gồm các tác động mà được thực hiện trong hầu hết LCA của nhiều sản phẩm.
- + Nhóm B – Các tác động cụ thể: bao gồm các tác động mà việc đưa vào hay không phụ thuộc vào mục tiêu, phạm vi LCA và mức độ sẵn có của dữ liệu có đáp ứng yêu cầu hay không.
- + Nhóm C – Các tác động khác: bao gồm một số tác động không có phương pháp mô tả sẵn có và được sử dụng trong LCA riêng biệt, được xây dựng thêm ngay trước khi thực hiện LCA.

Bảng 6. Các loại tác động môi trường tiềm năng

Hạng mục tác động	Mô tả	Phương pháp đánh giá
A. Các tác động cơ bản		
Suy thoái tài nguyên sinh học	Thường được lựa chọn đánh giá trong LCA	Có
Tác động của việc sử dụng đất	Thường được lựa chọn đánh giá trong LCA	Có
Biến đổi khí hậu	Thường được lựa chọn đánh giá trong LCA	Có
Suy giảm tầng ozon	Thường được lựa chọn đánh giá trong LCA	Có
Độc tính với con người	Thường được lựa chọn đánh giá trong LCA	Có
Độc tính sinh thái (nước mặt, nước biển, trên cạn)	Thường được lựa chọn đánh giá trong LCA	Có
Sự hình thành oxidi quang hoá	Thường được lựa chọn đánh giá trong LCA	Có
Axit hoá	Thường được lựa chọn đánh giá trong LCA	Có
Phú dưỡng	Thường được lựa chọn đánh giá trong LCA	Có
B. Các loại tác động cụ thể		
Tác động của việc sử dụng đất (mất chức năng sống, mất đa dạng sinh học)	Được lựa chọn trong các dự án riêng biệt phụ thuộc mục tiêu của LCA	Có
Tác động của bức xạ ion hoá	Được lựa chọn trong các dự án riêng biệt phụ thuộc mục tiêu của LCA	Có

Hạng mục tác động	Mô tả	Phương pháp đánh giá
Mùi (không khí)	Được lựa chọn trong các dự án riêng biệt phụ thuộc mục tiêu của LCA	Có
Tiếng ồn	Được lựa chọn trong các dự án riêng biệt phụ thuộc mục tiêu của LCA	Có
Nhiệt thải	Được lựa chọn trong các dự án riêng biệt phụ thuộc mục tiêu của LCA	Có
Thương vong	Được lựa chọn trong các dự án riêng biệt phụ thuộc mục tiêu của LCA	Có
C. Các loại tác động khác	Tác động được lựa chọn và phải xây dựng phương pháp xác định	
Sự cạn kiệt nguồn tài nguyên sinh vật	Tác động được lựa chọn và phải xây dựng phương pháp xác định	Không
Mùi (nước)	Tác động được lựa chọn và phải xây dựng phương pháp xác định	Không
Âm	Tác động được lựa chọn và phải xây dựng phương pháp xác định	Không

Lý tưởng là đánh giá được toàn bộ các tác động có khả năng phát sinh trong vòng đời sản phẩm. Tuy nhiên điều này khó khả thi trong thực tế do yêu cầu lớn về dữ liệu, thời gian và chi phí. Do đó, có thể lựa chọn LCA trong các giai đoạn phù hợp với từng đơn vị, từng dự án. Thông thường ranh giới hệ thống được lựa chọn là trong giai đoạn A1-A3 và các loại tác động thường được đánh giá gồm: Biến đổi khí hậu; Axit hoá; Phú dưỡng và Tiềm năng tạo chất oxy hoá.

8.2. Chỉ thị tác động, lựa chọn chỉ thị

Các tác động tới môi trường từ quá trình kiểm kê xuất phát từ nhiều nguồn khác nhau với nhiều yếu tố tác động khác nhau. Do đó, để có thể định lượng được tổng thể tác động cần có một đặc tính đại diện để tính toán giá trị, được gọi là các chỉ thị tác động. Một tác động có thể có nhiều chỉ thị tác động khác nhau. Lựa chọn chỉ thị mang tính đại diện, được chấp nhận rộng rãi. Các chỉ thị tác động đặc trưng và phương pháp xác định được mô tả như sau:

(1) Biến đổi khí hậu

Các chất khí thải phát sinh liên quan đến đóng góp vào sự gia tăng hiệu ứng nhà kính được thể hiện dưới dạng tiềm năng nóng lên toàn cầu (GWP). Hệ số GWP được tham chiếu bởi thống số CO₂: lượng đơn vị khối lượng của chất đó có thể hấp thụ tia hồng ngoại tương đương với một đơn vị CO₂. Khi đó, các khí phát thải (kg) có thể chuyển đổi thành phát thải CO₂ tương đương. Tác động biến đổi khí hậu sẽ được tính toán như sau:

$$\text{Hiệu ứng nhà kính (kg)} = \sum \text{GWP}_i \times \text{phát thải } i \text{ vào không khí (kg)}$$

Đối với vòng đời sản phẩm vật liệu xây dựng, có 3 thành phần phát thải (i) vào không khí chính liên quan gồm: CO₂, N₂O và CH₄.

Bảng 7. Hệ số tiềm năng nóng lên toàn cầu GWP của CO₂, CH₄ và N₂O

Công thức	Chất	GWP ₂₀	GWP ₁₀₀	GWP ₅₀₀	Gián tiếp
-----------	------	-------------------	--------------------	--------------------	-----------

CO ₂	carbon dioxide	1	1	1	0
CH ₄	methane	35	11	4	+
N ₂ O	dinitrogen oxide	260	270	170	0

Tiềm năng nóng lên toàn cầu (GWP) liên quan đến CO₂ trong thời gian 20, 100 và 500 năm, thường lấy giá trị 100 năm. Cột cuối cùng cung cấp giá trị định lượng của đóng góp gián tiếp lên hiệu ứng nhà kính: +: đóng góp gián tiếp làm tăng, -: đóng góp gián tiếp làm giảm, 0: không có đóng góp gián tiếp. Các hệ số tiềm năng nóng lên toàn cầu của các thành phần khác có thể tham khảo trong phụ lục, Bảng PL1.

(2) Tiềm năng tạo ozon quang hoá

Tiềm năng tạo ozon quang hóa (POCP) được biểu hiện cho một số chất có đóng góp vào việc hình thành các chất oxi quang hóa. Hệ số POCP được đo đặc thông qua sử dụng C₂H₄ như một giá trị tham chiếu: Lượng đơn vị khối lượng của chất hình thành chất oxi hoá so với một đơn vị khối lượng C₂H₄. Khi đó, phát thải vào không khí (kg) có thể được chuyển đổi thành C₂H₄ (kg) tương đương theo công thức:

$$\text{Hình thành chất oxi hóa (kg)} = \sum \text{POCP}_i \times \text{phát thải}_i \text{ vào không khí (kg)}$$

Đối với phạm vi vòng đời sản phẩm vật liệu xây dựng, có 1 thành phần phát thải (i) vào không khí chính liên quan là CH₄.

Bảng 8. Hệ số tiềm năng hiệu ứng tạo chất oxi hóa của CH₄

Công thức	POCP	Khoảng
Methan	0,007	0-0,03

Các hệ số tiềm năng nóng lên toàn cầu của các thành phần khác có thể tham khảo trong phụ lục, Bảng PL2.

(8) Axit hoá

Đóng góp vào sự axit hoá của các thành phần vào môi trường thể hiện qua hệ số tiềm năng axit hoá (AP). Hệ số AP được xác định bằng tiềm năng sinh ra H⁺ khi so sánh với SO₂. Phát thải vào không khí của các thành phần (kg) được chuyển đổi thành SO₂ tương đương thông qua hệ số AP theo công thức sau:

$$\text{Axit hoá (kg)} = \sum \text{AP}_i \times \text{phát thải}_i \text{ (kg)}$$

Đối với phạm vi vòng đời sản phẩm vật liệu xây dựng, có 5 thành phần phát thải (i) vào không khí chính liên quan là: SO₂, NO, NO₂, NO_x và NH₃

Bảng 9. Hệ số tiềm năng axit hoá

Công thức	AP
SO ₂	1
NO	1,07
NO ₂	0,7
NO _x	0,7
NH ₃	1,88
HCl	0,88
HF	1,6

(9) Phú dưỡng

Sự đóng góp vào phú dưỡng có được xác định dạng khối lượng bằng hệ số tiềm năng phú dưỡng (NP). Hệ số NP được xác định bằng khả năng hình thành sinh khối, tính bằng PO₄³⁻ tương đương. Phát thải các thành phần vào không khí, nước, đất (kg) được chuyển đổi sử dụng hệ số NP quy về PO₄³⁻ tương đương (kg) theo công thức sau:

$$\text{Phú dưỡng (kg)} = \sum \text{NP}_i \times \text{phát thải}_i \text{ (kg)}$$

Đối với phạm vi vòng đời sản phẩm vật liệu xây dựng, có các thành phần phát thải (i) vào không khí và nước chính liên quan là: NO, NO₂, NO_x, NH₄⁺, tổng N, tổng P, COD và PO₄³⁻.

Bảng 10. Hệ số tiềm năng phú dưỡng

Công thức	NP
NO	0,2
NO ₂	0,13
NO _x	0,13
NH ₄ ⁺	0,33
N	0,42
PO ₄ ³⁻	1
P	3,06
COD	0,022

(5) Suy giảm tầng ozon

Suy giảm tầng ozon được biết đến là sự mỏng đi của tầng ozon ở tầng bình lưu do tác động từ các thành phần khí thải từ hoạt động của con người.

Một số chất đóng góp vào đặc tính phá hủy tầng ozon có thể được biểu hiện thông qua tiềm năng phá hủy tầng ozon (ODP). Thông số này dùng để thể hiện tiềm năng đóng góp của chất đó tới việc phá hủy tầng ozon. Hệ số ODP liên quan đến thông số CFC-11: trạng thái ổn định của tầng ozon bị phá hủy trên một đơn vị khối lượng của khí phát thải vào không khí trong một năm, được tính toán quan hệ với một đơn vị khối lượng CFC-11. Khi đó, khí phát thải (kg) được chuyển đổi sang CFC-11 phát thải (kg) tương đương tiềm năng phá hủy tầng ozon. Công thức tính toán:

$$\text{Phá hủy tầng ozon (kg)} = \sum \text{ODP}_i \times \text{phát thải}_i \text{ vào không khí (kg)}$$

Giá trị tiềm năng phá hủy tầng ozon ODP của các thành phần khí tham khảo trong phụ lục, Bảng PL3.

Với các sản phẩm vật liệu xây dựng, việc xác định các thành phần liên quan đến phá hủy tầng ozon rất khó do khó xác định nguồn phát sinh cũng như không có dữ liệu đo đạc.

(6) Sự cạn kiệt tài nguyên phi sinh học

Tài nguyên phi sinh học là các tài nguyên thiên nhiên không chứa sự sống, bao gồm cả năng lượng. Sự suy giảm tài nguyên phi sinh học là một trong những tác động được đánh giá thường xuyên trong LCA.

Sự cạn kiệt của nguyên liệu phi sinh học được đánh giá bởi việc so sánh lượng dùng thực tế của mỗi nguyên liệu với nguồn dự trữ của nguyên liệu đó. Công thức xác định:

$$\text{Cạn kiệt phi sinh học} = \sum \text{nguyên liệu}_i \text{ sử dụng (kg)} / \text{lượng}_i \text{ dự trữ (kg)}$$

Các hệ số về lượng dự trữ của các thành phần I để đánh giá tham khảo trong phụ lục, Bảng PL 4.

(7) Sự cạn kiệt tài nguyên sinh học

Tài nguyên sinh học là các tài nguyên vật chất có sự sống. Sự cạn kiệt của nguyên liệu sinh học được đánh giá bằng việc so sánh lượng sử dụng của từng nguyên liệu với dự trữ của nó và hệ số dự trữ/sản xuất của nó, thể hiện qua hệ số cạn kiệt sinh học (BDF). Công thức xác định:

$$\text{Cạn kiệt sinh học (/năm)} = \sum \text{BDF}_i \text{ (/kg.năm)} \times \text{nguyên liệu}_i \text{ sử dụng (kg)}$$

Hệ số cạn kiệt tài nguyên sinh học có thể tham khảo trong phụ lục, Bảng PL5.

(8) Độc tính cho con người

Độc tính cho con người được đánh giá thông qua lượng hấp thụ hàng ngày chấp nhận được (tolerable daily intake TDI hay acceptable daily intake ADI), lượng chấp nhận được trong không khí (tolerable concentration in air TCL), hướng dẫn chất lượng không khí, mức độ rủi ro tối đa có thể chấp nhận được (maximum tolerable risk level (MTR) hoặc giá trị nồng độ giới hạn trong đất dựa trên các cân nhắc độc tính cho con người. Các dữ liệu này có được từ các thí nghiệm độc học về nồng độ hay liều lượng tối đa hấp thụ mà được xem là có thể chấp nhận. Một chuyển đổi được làm để phát thải vào nước, đất, không khí có thể kết hợp với nhau theo cùng một con đường chấp nhận. Kết quả này đưa ra hệ số phân loại độc tính của con người (human toxicological classification factors) dựa trên các chất và mối quan tâm về môi trường (bảng B.5): đối với không khí (HCA), nước (HCW), đất (HCS). Đơn vị của tác động ở dạng kg: một phần của khối lượng cơ thể (tính bằng kg) tiếp xúc với giới hạn độc chấp nhận. Tính toán theo công thức sau:

$$\text{Độc tính cho con người (kg)} = \sum \text{HCA}_i (\text{kg/kg}) \times \text{phát thải}_i \text{ vào không khí (kg)} + \text{HCW}_i (\text{kg/kg}) \times \text{phát thải}_i \text{ vào nước (kg)} + \text{HCS}_i (\text{kg/kg}) \times \text{phát thải}_i \text{ vào đất (kg)}$$

Các hệ số liên quan đến tác động độc tính cho con người có thể tham khảo trong phụ lục, Bảng PL6.

(9) Độc tính sinh thái

Đánh giá tác động độc sinh thái tới các loài trong hệ sinh thái dựa trên nồng độ tối đa chấp nhận được (MTCS) tác động theo phương pháp EPA. Kết quả này dẫn đến hai nhóm hệ số phân loại độc sinh thái: một cho hệ thủy sinh (ECA) và một cho hệ sinh thái trên cạn (ECT).

Đơn vị với độc sinh thái thủy sinh là m³ nước ô nhiễm, được tính theo công thức sau:

$$\text{Độc tính sinh thái thủy sinh (m}^3\text{)} = \sum \text{ECA}_i (\text{m}^3/\text{mg}) \times \text{phát thải}_i \text{ vào nước (mg)}$$

Đơn vị với độc sinh thái trên cạn là kg chất rắn/đất ô nhiễm, được tính theo công thức sau:

$$\text{Độc tính sinh thái trên cạn (kg)} = \sum \text{ECT}_i (\text{kg/mg}) \times \text{phát thải}_i \text{ vào đất (mg)}$$

Các hệ số liên quan đến độc tính sinh thái ECA, ECT có thể tham khảo trong phụ lục, Bảng PL7.

(10) Nhiệt

Trừ khi có các tác động từ nhiệt được xác định một cách đầy đủ, tác động môi trường từ phát thải nhiệt chỉ nên được xác định gián tiếp thông qua phân tích và tổng hợp kiểm kê. Công thức tính toán chỉ có cho phát thải nhiệt vào nước như sau:

$$\text{Thủy nhiệt (MJ)} = \text{năng lượng} - \text{phát thải}_{\text{nước}} (\text{MJ})$$

(11) Mùi

Giá trị ngưỡng mùi trong không khí (OTV) được xác định cho chất có mùi nhất. Phát thải mùi vào không khí được chuyển đổi ra thể tích không khí bị ô nhiễm vượt ngưỡng mùi.

$$\text{Không khí nặng mùi (m}^3\text{)} = \sum \text{phát thải}_i \text{ vào không khí (kg/mg)} / \text{OTV}_i \text{ mg/kg/m}^3$$

Hệ số ngưỡng mùi OTV của các thành phần có thể được tham khảo trong phụ lục, Bảng PL 8.

(10) Tiếng ồn

Để đánh giá tiếng ồn, dữ liệu phát sinh tiếng ồn từ phân tích kiểm kê được tổng hợp:

$$\text{Tiếng ồn (Pa}^2\text{.s)} = \text{độ ồn (Pa}^2\text{.s)}$$

(11) Thương vong

Phân tích kiểm kê độc hại quá trình được xác định bằng số lượng tử vong gián tiếp do một tai nạn. Thông số này bao gồm trong phân loại không trọng số :

Nạn nhân = số nạn nhân

9. Diễn giải

Diễn giải vòng đời là giai đoạn các kết quả phân tích được đánh giá và đưa ra các kết luận. Các yếu tố chính của quá trình này gồm: đánh giá kết quả, phân tích kết quả, kết luận và kiên nghị.

Lập báo cáo: mục tiêu là xác định các tác động môi trường chủ yếu của sản phẩm trong vòng đời sản phẩm và nhận biết các ưu tiên về mặt môi trường sẽ cần tập trung trong quá trình thiết kế sản phẩm

Vấn đề chính là các hoạt động, quy trình, vật liệu, thành phần hay giai đoạn trong vòng đời có tác động đáng kể tới tác động tổng thể của hệ thống sản phẩm, thường lớn hơn 1%.

Trình bày kết quả

+ Xác định các vấn đề có ý nghĩa dựa trên kết quả của các giai đoạn LCI và LCIA

Bảng 11. Kết quả các tác động tới môi trường

Tác động	Đơn vị	Ký hiệu	Đơn vị	A1-3	A1	A2	A3		D
Hiệu ứng nhà kính	Global warming potential	GWP	KgCO ₂						
Phá hủy tầng ozon	Ozone Depletion Potential	ODP	Kg CFC-11						
Axit hóa	Acidification Potentia	AP	Kg						
Phú dưỡng	Eutrophication potential	EP	Kg PO ₄						
Bụi	Dust	PM	kg						

Bảng 12. Tiêu thụ tài nguyên

Tác động	Đơn vị	A1-3	A1	A2	A3		D
Sử dụng năng lượng tái tạo như nguyên liệu	MJ						
Sử dụng năng lượng không tái tạo như nguyên liệu	MJ						
Sử dụng năng lượng tái tạo như nhiên liệu	MJ						
Sử dụng năng lượng không tái tạo như nhiên liệu	MJ						
Sử dụng nguyên liệu thay thế	MJ						
Sử dụng nhiên liệu thay thế	MJ						
Sử dụng nước	M3						

Bảng 13. Chất thải phát sinh

Tác động	Đơn vị	A1-3	A1	A2	A3		D
Chất thải thông thường	kg						
Chất thải nguy hại	kg						
Chất thải phóng xạ	kg						

Bảng 14. Các dòng đầu ra khác

Tác động	Đơn vị	A1-3	A1	A2	A3		D
Thành phần tái sử dụng	kg						
Vật liệu tái chế	kg						
Vật liệu cho thu hồi năng lượng	kg						
Tạo ra năng lượng – điện	MJ						
Tạo ra năng lượng – nhiệt	MJ						

+ Đánh giá xem xét tính đầy đủ, độ nhạy và kiểm tra tính nhất quán

Kiểm tra tính đầy đủ:

Mục tiêu của việc kiểm tra tính đầy đủ là để đảm bảo rằng tất cả thông tin và dữ liệu cần thiết cho việc diễn giải vòng đời sản phẩm đều đầy đủ. Đặc biệt, mục đích kiểm tra nhằm đảm bảo rằng các vấn đề chính được xác định phản ánh kết quả kiểm kê vòng đời cũng như kết quả đánh giá tác động vòng đời một cách đầy đủ và chính xác. Nếu dữ liệu cụ thể bị thiếu hoặc được đánh giá là không đầy đủ thì việc xác định mục tiêu và phạm vi của nghiên cứu LCA phải được đánh giá lại để xác định xem liệu dữ liệu bị thiếu hoặc không đầy đủ có gây ra sự sửa đổi trong xác định mục tiêu và phạm vi ban đầu hay không. Nếu dữ liệu bị thiếu hoặc không đầy đủ ảnh hưởng đáng kể đến các vấn đề chính đã được xác định thì mục tiêu và phạm vi của nghiên cứu LCA phải được sửa đổi cho phù hợp.

Kiểm tra độ nhạy

Mục tiêu của kiểm tra độ nhạy là để đánh giá các kết quả phân tích độ nhạy và độ không đảm bảo được thực hiện trong các giai đoạn phân tích kiểm kê vòng đời và đánh giá tác động vòng đời. Các chủ đề để phân tích độ nhạy và độ không chắc chắn bao gồm các phương pháp phân bổ, độ không đảm bảo trong dữ liệu đầu vào và các giả định được đưa ra trong các nghiên cứu LCA, cùng nhiều chủ đề khác. Kết quả của việc kiểm tra độ nhạy là mức độ tin cậy của kết quả LCA, bao gồm các vấn đề chính đã được xác định.

Ảnh hưởng đến kết quả của việc thay đổi các giả định và dữ liệu theo một phạm vi nào đó được đánh giá trong phân tích độ nhạy. Sau đó, kết quả đạt được bằng cách sử dụng các giá trị khác nhau sẽ được so sánh. Độ nhạy có thể được biểu thị bằng phần trăm thay đổi hoặc độ lệch tuyệt đối so với kết quả. Nói chung, sự thay đổi trong kết quả lớn hơn 10% được coi là đáng kể.

Một trong những phương pháp được áp dụng rộng rãi nhất trong kiểm tra độ nhạy là sử dụng một kịch bản để rút ra kết quả LCA và các vấn đề chính. Nếu có sự thay đổi trong các vấn đề chính đã được xác định trước và sau khi kiểm tra độ nhạy thì kịch bản tương ứng được đánh giá là nhạy cảm và việc điều tra chuyên sâu về dữ liệu cơ bản sẽ bắt đầu.

Kiểm tra tính nhất quán

Mục tiêu của việc kiểm tra tính nhất quán là đánh giá liệu các phương pháp, thủ tục, dữ liệu và giả định được sử dụng trong nghiên cứu LCA có được áp dụng nhất quán trong toàn bộ LCA hay không. Đặc biệt, bất kỳ sự không nhất quán nào giữa những gì đã được áp dụng và những gì đã được xác định trong định nghĩa phạm vi đều được xem xét kỹ lưỡng trong quá trình kiểm tra tính nhất quán.

Các yếu tố cần kiểm tra tính nhất quán gồm:

- + Phạm vi thời gian, không gian
- + Ranh giới hệ thống
- + Các yếu tố, phương pháp đánh giá tác động
- + Chất lượng dữ liệu

Độ chính xác

Đo lường độ biến thiên của các giá trị dữ liệu đối với từng loại dữ liệu được biểu thị

Kết luận

- + Nhận biết các vấn đề có ý nghĩa
- + Đánh giá phương pháp luận và kết quả về tính đầy đủ, độ nhạy và tính nhất quán
- + Rút ra các kết luận sơ bộ và kiểm tra xem tất cả những nội dung đó có phù hợp với các yêu cầu của mục tiêu và phạm vi

Kiến nghị

10. Báo cáo kết quả

Thiết lập báo cáo kết quả theo mẫu, cơ bản có các thông tin sau:

- + Thông tin chung:
 - Thông tin về đơn vị: tên công ty, tên dự án, vị trí, liên hệ,...
 - Thông tin về sản phẩm: tên sản phẩm, ký hiệu, mã, nơi sản xuất,...
 - Thông tin về LCA: mục tiêu, tiêu chuẩn áp dụng, công cụ, thời gian thực hiện, ...
- + Ranh giới LCA: mô tả rõ ranh giới thực hiện LCA, kèm theo hình ảnh và các mô tả chi tiết
- + Phương pháp đánh giá tác động (LCIA): nêu tên phương pháp đánh giá sử dụng, có thể thêm mô tả chi tiết.
- + Các kết quả LCA:
 - Các tác động môi trường: kết quả thu được từ quá trình đánh giá tác động
 - Tiêu thụ tài nguyên: nước, năng lượng, ...
 - Chất thải phát sinh: chất thải rắn thông thường, nguy hại, chất thải phóng xạ
 - Các kết quả khác
- + Tính toán tỷ trọng đóng góp các tác động trong từng giai đoạn
- + Xác định các vấn đề môi trường chính
- + Đưa ra các kết luận về độ chính xác, độ nhạy của kết quả, mức độ áp ứng mục tiêu LCA
- + Đưa ra các kiến nghị liên quan đến quá trình LCA và mục tiêu đặt ra

Ví dụ về báo cáo kết quả LCA

PHỤ LỤC

Phụ lục 1: Mẫu báo cáo kết quả đánh giá vòng đời sản phẩm (LCA) cho các sản phẩm vật liệu xây dựng

BÁO CÁO KẾT QUẢ ĐÁNH GIÁ VÒNG ĐỜI SẢN PHẨM (LCA) ĐỐI VỚI SẢN PHẨM: XI MĂNG



Theo TCVN 14044:2006, ISO 14044:2006

Dự án:

Người điều hành:

Số: LCA-VLXD-XXXXX

Ngày công bố: XX-XX-XXXX

Ngày cập nhật: XX-XX-XXXX

Có giá trị tới: XX-XX-XXXX

1. THÔNG TIN CHUNG

THÔNG TIN ĐƠN VỊ

Tên công ty	
Tên dự án	
Địa chỉ	
Liên hệ	

ĐỊNH DANH SẢN PHẨM

Tên sản phẩm	
Ký hiệu sản phẩm	
Nơi sản xuất	
Mã code	

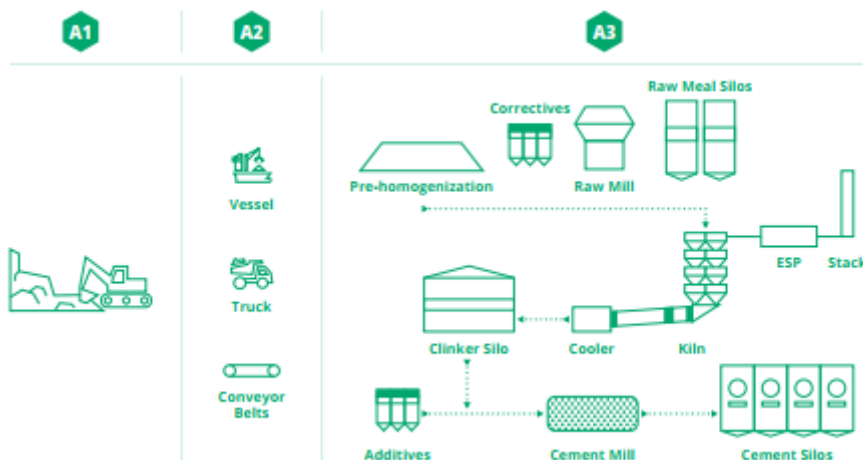
THÔNG TIN VỀ LCA

Mục tiêu	
Tiêu chuẩn sử dụng	TCVN ISO 14044:2011 (ISO 14044:2006)
Phần mềm sử dụng	LCA-MOC-Ver1.2023
Dữ liệu nền	Cơ sở dữ liệu LCA-MOC-Ver1.2023 Dữ liệu trực tiếp từ đơn vị
Độ không đảm bảo đo	
Ngày đánh giá	
Người đánh giá	
Ngày công bố báo cáo	

2. RANH GIỚI LCA

Phạm vi của đánh giá này là “từ nôi đến cổng” - “cradle to gate” bao gồm giai đoạn sản phẩm (A1-A3).

X= Included, ND= Module Not Declared																
	Product Stage			Construction Stage		Use Stage							End-of-life Stage			
	Raw Materials Supply	Transport	Manufacturing	Transport	Construction Installation	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	Deconstruction and demolition	Transport	Reuse processing for reuse, recovery and/or recycling	Disposal
Modules	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4
Modules declared	X	X	X	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Geography	EU	EU	GR													
Specific data used	>90%															
Variation-products	Not relevant															
Variation-sites	Not relevant															



A1: Cung cấp nguyên liệu thô

Sản xuất bắt đầu với việc cung cấp nguyên liệu thô. Giai đoạn này bao gồm việc khai thác và chế biến nguyên liệu thô, khai thác và xử lý nhiên liệu và tái chế vật liệu thứ cấp.

A2: Vận chuyển nguyên liệu đến nhà sản xuất

Vận tải liên quan đến việc vận chuyển nguyên liệu thô từ nhà cung cấp đến công nhà máy sản xuất. Nguyên liệu thô được vận chuyển bằng xe tải, tàu thủy và băng tải từ các mỏ đá gần đó.

A3: Sản xuất

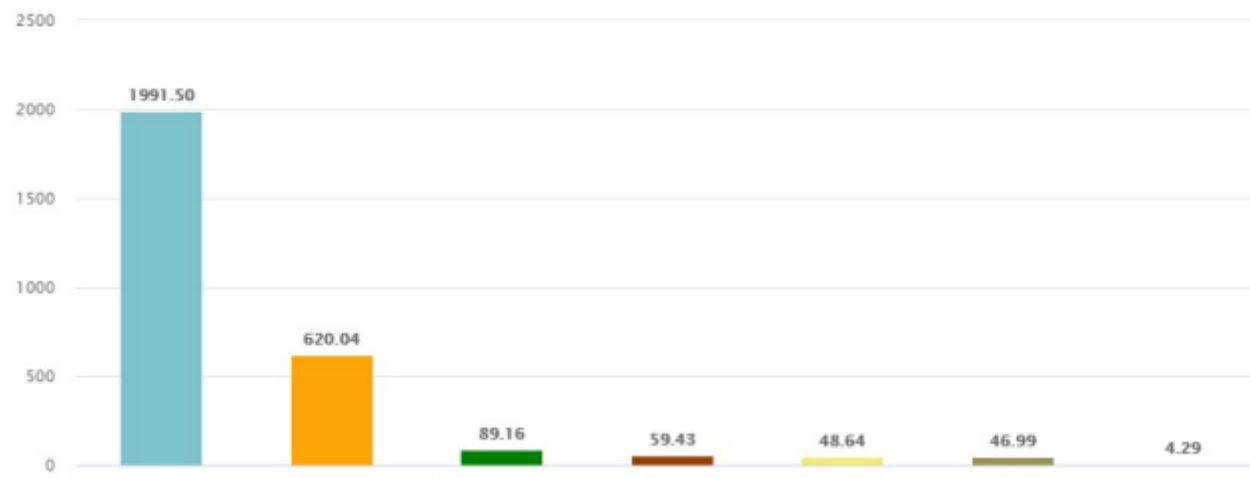
Quá trình sản xuất sản phẩm từ bắt đầu cho tới khi ra được sản phẩm cuối cùng hoàn chỉnh, trước khi xuất khỏi nhà máy.

3. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG (LCIA)

Phương pháp LCIA được sử dụng là phương pháp CML 1992

4. TÁC ĐỘNG MÔI TRƯỜNG

Tác động			Đơn vị	A1-3	A1	A2	A3	A4	A5	B1		D
Hiệu ứng nhà kính	Global warming potential	GWP	KgCO ₂									
Phá hủy tầng ozon	Ozone Depletion Potential	ODP	Kg CFC-11									
Axit hóa	Acidification Potentia	AP	Kg									
Phú dưỡng	Eutrophication potential	EP	Kg PO ₄									
Bụi	Dust	PM	kg									



5. TIÊU THỤ TÀI NGUYÊN

Tác động	Đơn vị	A1-3	A1	A2	A3	A4	A5	B1		D
Sử dụng năng lượng tái tạo như nguyên liệu	MJ									
Sử dụng năng lượng không tái tạo như nguyên liệu	MJ									
Sử dụng năng lượng tái tạo như nhiên liệu	MJ									
Sử dụng năng lượng không tái tạo như nhiên liệu	MJ									
Sử dụng nguyên liệu thay thế	MJ									
Sử dụng nhiên liệu thay thế	MJ									
Sử dụng nước	M3									

6. CHẤT THẢI PHÁT SINH

Tác động	Đơn vị	A1-3	A1	A2	A3	A4	A5	B1		D
Chất thải thông thường	kg									
Chất thải nguy hại	kg									
Chất thải phóng xạ	kg									

7. CÁC DÒNG ĐẦU RA KHÁC

Tác động	Đơn vị	A1-3	A1	A2	A3	A4	A5	B1		D
Thành phần tái sử dụng	kg									
Vật liệu tái chế	kg									
Vật liệu cho thu hồi năng lượng	kg									
Tạo ra năng lượng – điện	MJ									
Tạo ra năng lượng – nhiệt	MJ									

8. THAM KHẢO

TCVN ISO 14044:2011 (ISO 14044:2006) về Quản lý môi trường - Đánh giá vòng đời của sản phẩm - Yêu cầu và hướng dẫn

ISO 14044:2006 Environmental management - Life Cycle Assessment - Requirements and guidelines

PCR 2019:14 v.1.2.5 Product Category rules | Construction products | The International EPD® System

EN 15804:2012+A2:2019/AC:2021 Sustainability of construction works - Environmental Product Declarations - Core rules for the product category of construction products

Phụ lục 2. Các hệ số áp dụng với GWP, ODP, AP, EP, POCP và ADP

Các hệ số đặc trưng được lấy từ nguồn CML-IA phiên bản 4.1. tháng 10 năm 2012 (Viện Khoa học Môi trường Khoa Khoa học Đại học Leiden, Hà Lan).

Bảng PL1. Hệ số tiềm năng ấm lên toàn cầu GWP

Công thức	Chất	GWP ₂₀	GWP ₁₀₀	GWP ₅₀₀	Gián tiếp
CFCl ₃	trichlorofluoromethane (CFC-11)	4500	3400	1400	-
CF ₂ Cl ₂	dichlorodifluoromethane (cpc-12)	7100	7100	4100	-
CF ₃ Cl	Chlorotrifluoro>3500methane (CFC-13)	11000	13000	15000	-
CF ₄	tetrafluoromethane (CFC-14)	>3500	>4500	>5300	0
CHF ₂ Cl	chlorodifluoromethane (HCFC-22)	4200	1600	540	-
C ₂ F ₃ Cl ₃	1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroethane (CFC-113)	4600	74500	2500	-
C ₂ F ₄ Cl ₂	1,2-dichlorotetrafluoroethane (cpc-114)	6100	7000	5800	-
C ₂ F ₅ Cl	chloropentafluoroethane (cpc-115)	5500	7000	8500	-
C ₂ F ₆	hexafluoroethane (cpc-116)	>4800	>6200	>7200	0
CHCl ₂ CF ₃	1, 1-dichloro-2,2,2-trifluoroethane (HCFC-123)	330	90	30	-
CHFCICF ₃	1-chloro-1,2,2,2-tetrafluoroethane (HCFC-124)	1500	440	150	-
CHF ₂ CF ₃	pentafluoroethane (HFC-125)	5200	3400	1200	0
CH ₂ FCF ₃	1,1,1,2-tetrafluoroethane (HFC-134a)	3100	1200	400	0
CH ₃ CFCl ₂	1,1-dichloro-1-fluoroethane(HCFC-141b)	1800	580	200	-
CH ₃ CF ₂ Cl	1-chloro-1, 1-difluoroethane (HCFC-142b)	4000	1800	620	-
CH ₃ CF ₃	1,1,1-trifluoroethane (HFC-143a)	4700	3800	1600	0
CH ₃ CHF ₂	1,1-difluoroethane (HFC-152a)	530	150	49	0
CCl ₄	tetrachloromethane (HC-10)	1800	1300	480	-
CH ₃ CCl ₃	1,1,1-trichloroethane (HC-140a)	360	100	34	-
CF ₃ Br	bromotrifluoromethane (HALON-1301)	5600	4900	2300	-
CHCl ₃	trichloromethane (chloroform)	92	25	9	-
CH ₂ Cl ₂	dichloromethane	54	15	5	-
CO	carbon monoxide	-	-	-	+
-	non-methane hydrocarbons (NMHC)	-	-	-	+

NO _x	nitrogen oxides	-	-	-	0
-----------------	-----------------	---	---	---	---

Bảng PL 2. Hệ số tiềm năng tạo chất oxi hoá (POCP)

Công thức	Chất	POCP
Ankan	Ethan	0,082
	Propan	0,42
	n-Butan	0,41
	n-pentan	0,408
	n-hexan	0,421
	n-heptan	0,529
	n-octan	0,493
Halogen hydrocacbon	Metylcloroform	0,001
	triclouroethynel	0,066
	Halogen hydrocacbon (trung bình)	0,021
Alcohol	Methanol	0,123
	Ethanol	0,268
	Alcohol (trung bình)	0,196
Keton	Keton (trung bình)	0,326
Este	Este (trung bình)	0,223
Olefin	Olefin (trung bình)	0,906
Andehyt	Andehyt (trung bình)	0,443
	Hydrocacbon (trung bình)	0,377

Bảng PL3. Hệ số tiềm năng phá hủy tầng ozon

Công thức	Chất	ODP	Khoảng
CFCl ₃	trichlorofluoromethane (CFC-11)	1	1-1
CF ₂ Cl ₂	dichlorodifluoromethane (CFC-12)	1	0,88-1,06
C ₂ F ₃ Cl ₃	1, 1 ,2-trichloro-1 ,2,2-trifluoroethane (CFC- 1	1,07	0,92-1,07
C ₂ F ₄ Cl ₂	1,2-dichlorotetrafluoroethane (CFC-114)	0,8	0,57-0,82
C ₂ F ₅ Cl	chloropentafluoroethane (CFC-115)	0,5	0,29-0,5
CHF ₂ Cl	chlorodifluoromethane (HCFC-22)	0,055	0,032-0,08
CHCl ₂ CF ₃	1,1-dichloro-2,2,2-trifluoroethane (HCFC-123)	0,02	0,013-0,02
CHFCICF ₃	1-chloro-1 ,2,2,2-tetrafluoroethane (HCFC-124)	0,022	0,016-0,034
CH ₃ CFCl ₂	1, 1-dichloro-1-fluoroethane	0,11	0,1-0,12

	(HCFC-141b)		
CH ₃ CF ₂ Cl	1-chloro-1,1-difluoroethane(HCFC-142b)	0,065	0,035-0,07
	HCFC-225ca	0,025	0,016-0,025
	HCFC-225cb	0,033	0,023-0,033
CCl ₄	tetrachloromethane (HC-10)	1,08	1,03-1,15
CH ₃ CCl ₃	1,1,1-trichloroethane (HC-140a)	0,12	0,11-0,13
CF ₃ Br	bromotrifluoromethane (HALON-1301)	16	10-17,2
CF ₂ BrCl	bromochlorodifluoromethane (HALON-1211)	4	1,8-5,0
	HALON-1202	1,25	1,25-1,7
C ₂ F ₄ Br ₂	dibromotetrafluoroethane (HALON-2402)	7	5,9-10,2
	HALON-1201	1,4	1,4-1,4
	HALON-2401	0,25	0,25-0,4
	HALON-2311	0,14	0,14-0,3
CH ₃ Br		0,6	0,44-0,7

Bảng PL4. Hệ số với hiệu ứng cạn kiệt tài nguyên phi sinh học

Dạng	Chất	Lượng dự trữ	Đơn vị
Chất mang năng lượng			
	Dầu thô	123.559	M tấn
	Khí tự nhiên	109.326	10 ⁹ m ³
U	Uranium	1.676.820	Tấn
Kim loại			
Cd		0,535	M tấn
Cu		350	M tấn
Pb		75	M tấn
Hg		0,0057	M tấn
Ni		54	M tấn
Sn		4,26	Long M tấn (Tấn “dài ” (Long ton) là tấn có trọng lượng bằng 2.240 pounds, tương đương 1.016kg (1,016 tấn))
Zn		1,47	M tấn

(Dự trữ có thể phục hồi của tài nguyên phi sinh học mà trữ lượng có thể không đủ trong vòng 100 năm)

Bảng PL5. Hệ số cạn kiệt nguồn sinh học (BDF)

Loài	BDF
Tê giác đen	4.10 ⁻⁵

Voi Ấn Độ	4.10^{-8}
Tê giác trắng phương bắc	-
Tê rác Sumatra	-
Voi châu Phi	-
Rùa biển Kemp's Ridley	-
Cá sấu Trung Quốc	-
Cá sấu Cuba	-
Cá sấu cửa sông	-
Cá sấu morelet	-
Cá sấu Xiêm	-
Cá nhà táng	2.10^{-6}
Cá voi lưng gù	1.10^{-7}
Cá voi vây	2.10^{-5}
Cá voi xanh	-

Hệ số cạn kiệt sinh học (BDF) ở đơn vị năm⁻¹ là số lượng loài sinh vật bị đe dọa tuyệt chủng.

Bảng PL6. Hệ số liên quan đến tác động độc tính cho con người

Công thức	Chất	HCA	HCW	HCS
Kim loại				
As		4700	1,4	0,043
Ba		1,7	0,14	0,019
Cd		580	2,9	7
Cr ³⁺		6,7	0,57	0,018
Cr ⁶⁺		47000	4100	130
Co		24	2	0,065
Cu		0,24	0,02	0,0052
Fe	Sắt (không bao gồm oxit sắt)	0,042	0,0036	
	Oxit sắt	0,067	0,0057	
		160	0,79	0,025
Pb		120	4,7	
Mn		120		0,15
Hg	Thủy ngân (thủy ngân hữu cơ methylmercury như Hg)	120	7,1	0,15
Mo		3,3	0,29	0,7
Ni		470	0,057	0,14
Sn		0,017	0,0014	0,000045
V		120		
Zn		0,033	0,0029	0,007
Thành phần vô cơ				
NH ₄ ⁺	Amonium	0,02	0,0017	
	Asbestos (amiang)	+		

Br ⁻	Brom	0,033	0,0029	
	calcium disodium-EDTA	0,013	0,0011	
CO		0,012		
CN ⁻	Cyanid tự do	0,67	0,057	1,4
	Cyanid (trong phức, như CN)	2,6	0,22	5,4
	EDTA	→ calcium disodium-EDTA		
F ⁻		0,48	0,041	
H ₂ S		0,78		
NO ₃ ⁻		0,0091	0,00078	
NO ₂ ⁻		0,26	0,022	
NO _x	Oxit nito	0,78		
	Photphat (không bao gồm sodium aluminiumphosphate; như P)	0,00048	0,000041	
	sodium aluminiumphosphate	0,0056	0,00048	
SO ₃ ²⁻	Sunfit	0,038	0,0033	
	Lưu huỳnh dioxit (kết hợp với muối/khói đen (than))	2,3		
SO ₂	Lưu huỳnh dioxit	1,2		
SCN ⁻	Thiocyanate	3,0	0,26	6,4

Bảng PL7. Hệ số đối với tác động độc tính trên cạn và thủy sinh

Công thức	Chất	ECA (m3 nước/kg chất)	ECT (kg đất/kg chất)
Kim loại			
As		0,2	3,6
Cd		200	13
Cr		1	0,42
Co			0,42
Cu		2,0	0,77
Pb		2,0	0,43
Hg		500	29
Ni		0,33	1,7
Zn		0,38	2,6
Thành phần hữu cơ (nhiều chất)			

Bảng PL 8. Hệ số ngưỡng mùi OTV với tác động khí nặng mùi

Công thức	Chất	OTV (mg/m3)
-----------	------	-------------

H ₂ S	Hydrogen sunfit	0,00043
CS ₂	Axit acetic	0,061
	Amoni	1,0
	Butanol	0,00084
	Methanol	73
	Ethanol	0,64
	Phenol	0,039
	Toluen	3,8

Bảng PL 9. Nguồn một số mô hình sử dụng trong đánh giá tác động vòng đời (LCIA) được sử dụng

Hệ số	Mô hình LCIA
GWP (100 năm)	Tiềm năng nóng lên toàn cầu trong khoảng thời gian 100 năm của Ủy Ban liên chính phủ về biến đổi Khí hậu (IPCC)
POCP	Jenkin, M.E. & G.D. Hayman, 1999: Tiềm năng tạo ra ozon quang hóa của các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi được oxy hóa: độ nhạy cảm với sự thay đổi các thông số động học và cơ học. Môi trường khí quyển 33: 1775-1293. Derwent, R.G., M.E. Jenkin, S.M. Saunders & MJ Pilling, 1998. Tiềm năng tạo ozon quang hóa cho các hợp chất hữu cơ trong Tây Bắc Âu được tính toán bằng cơ chế hóa học cao cấp. Môi trường khí quyển, 32. tr 2429-2441.
ODP	Tiềm năng làm suy giảm tầng ozone ở trạng thái ổn định như trong WMO (Tổ chức Khí tượng thế giới): Đánh giá khoa học về sự suy giảm tầng ozone. Báo cáo Dự án Giám sát và Nghiên cứu Ozone Toàn cầu, 2003
AP	Tiềm năng axit hóa trung bình ở châu Âu như trong Huijbregts, M., 1999b: Đánh giá tác động vòng đời của các chất ô nhiễm không khí gây axit hóa và phú dưỡng. Tính toán hệ số tương đương với RAINS-LCA. Khoa liên khoa Khoa học Môi trường, Khoa Khoa học Môi trường, Đại học Amsterdam, Hà Lan
EP	Heijungs, R., J. Guinée, G. Huppes, R.M. Lankreijer, H.A. Udo de Haes, A. Wegener Schleswijk, A.M.M. Ansem, P.G. Eggels, R. van Duin, H.P. De Goede, 1992: Vòng đời môi trường
ADP	Tiềm năng cạn kiệt tài nguyên phi sinh học, Oers, L.F.C.M., van & Koning, A., de & Guinée, J.B. & Huppes, G., 2002: Sự suy giảm tài nguyên phi sinh học ở LCA: cải thiện các yếu tố đặc trưng cho sự suy giảm phi sinh học như được khuyến nghị trong Sổ tay LCA mới của Hà Lan. Delft, Bộ Giao thông Vận tải