

# TỔNG QUAN ỨNG DỤNG CÔNG CỤ ĐÁNH GIÁ VÒNG ĐỜI (LCA) TRONG QUY HOẠCH ĐÔ THỊ

## OVERVIEW OF THE APPLICATION OF LIFE CYCLE ASSESSMENT TOOLS (LCA) IN URBAN PLANNING

Ths. Nguyễn Việt Bình<sup>1</sup>, TS. Lê Tố Quyên<sup>2</sup>



**Tóm tắt:** Trước áp lực từ các vấn đề môi trường toàn cầu như phát thải khí nhà kính, tiêu thụ năng lượng và cạn kiệt tài nguyên, Đánh giá vòng đời (LCA) được công nhận là phương pháp luận toàn diện nhằm định lượng các tác động môi trường của hệ thống đô thị. Nghiên cứu này tập trung phân tích ứng dụng của LCA trong bốn lĩnh vực trọng yếu của quy hoạch đô thị: Môi trường xây dựng, giao thông, hệ thống nước và hạ tầng xanh. Mặc dù mang lại lợi ích đáng kể trong việc hỗ trợ ra quyết định và tối ưu hóa thiết kế, việc áp dụng LCA vẫn đối mặt với thách thức về sự thiếu đồng nhất dữ liệu và hạn chế trong triển khai thực tế. Bài viết nhấn mạnh sự cần thiết của việc tích hợp LCA với các công cụ quy hoạch khác nhằm hướng tới mô hình thành phố xanh, bền vững và thích ứng với biến đổi khí hậu.

**Từ khóa:** Đánh giá vòng đời, LCA, đánh giá đô thị, quy hoạch đô thị.

**Abstract:** In response to global environmental challenges such as emissions, energy consumption, and resource depletion, Life Cycle Assessment (LCA) is recognized as a comprehensive method for evaluating environmental impacts across the entire life cycle of buildings, infrastructure, and urban systems. This paper focuses on four key areas where LCA is applied in urban assessment: the built environment, transportation, water systems, and green infrastructure. Despite its significant benefits, LCA faces challenges such as data inconsistency and limited practical applications. The study underscores the need to enhance research and integrate LCA with other tools to optimize urban planning, thereby advancing the development of green, sustainable, and climate-resilient cities for the future.

**Keywords:** Life cycle assessment, LCA, urban assessment, urban planning.

Nhận bài ngày 12/10/2025, chỉnh sửa ngày 15/11/2025, chấp nhận đăng ngày 19/12/2025.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các đô thị hiện đại đang đối mặt với những thách thức chưa từng có về môi trường và buộc phải chuyển dịch theo hướng phát triển bền vững. Trong bối cảnh đó, các vấn đề về phát thải, năng lượng và tiêu thụ vật liệu trở nên đặc biệt quan trọng. Các công cụ đánh giá truyền thống như Đánh giá môi trường chiến lược (EMAS) hay Chương trình kiểm toán và quản lý sinh thái châu Âu, dù hiệu quả ở quy mô tổ chức hoặc dự án đơn lẻ, lại bộc lộ hạn chế khi bỏ qua lượng khí thải ẩn hoặc phát thải cố định liên quan đến mô hình sản xuất - tiêu dùng ở quy mô đô thị.

Bên cạnh các phương pháp định lượng phổ biến như Phân tích dấu chân (Footprint Analysis) hay Chuyển hóa đô thị (Urban Metabolism), Đánh giá vòng đời (LCA) dựa trên tư duy vòng đời (Life Cycle Thinking) nổi lên như một phương pháp luận toàn diện và mạnh mẽ nhất. LCA cho phép đánh giá tác động môi trường của các dự án phát triển đô thị một cách hệ thống, từ giai đoạn khai thác nguyên liệu, xây dựng, vận hành cho đến khi phá dỡ và tái chế.

### 2. CƠ SỞ LÝ LUẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN

Đánh giá vòng đời (LCA) là công cụ hỗ trợ ra quyết định quan trọng, cho phép các nhà quy hoạch và kiến trúc sư so sánh các phương án thiết kế nhằm giảm thiểu tác hại đến môi trường. Trong quy hoạch đô thị, quy trình LCA được chia thành bốn giai đoạn chính:

Giai đoạn đầu vào: Lựa chọn vật liệu dựa trên tác động của quá trình khai thác, sản xuất và vận chuyển.

<sup>1,2</sup> Khoa Kỹ thuật Công trình, Trường Đại học Tôn Đức Thắng

Email: <sup>1</sup>nguyenvietbinh@tdtu.edu.vn



Sơ đồ chu trình đánh giá vòng đời (LCA) trong dự án phát triển đô thị

**Giai đoạn xây dựng:** Đánh giá năng lượng tiêu thụ và khí thải phát sinh trong quá trình thi công hạ tầng.

**Giai đoạn vận hành:** Đánh giá mức tiêu thụ năng lượng, chất thải và công tác bảo trì trong suốt vòng đời công trình.

**Giai đoạn kết thúc vòng đời:** Đánh giá quy trình phân hủy, quản lý chất thải và khả năng tái chế hoặc tái sử dụng.

Việc áp dụng LCA cung cấp dữ liệu nền tảng để xây dựng các tiêu chuẩn công trình xanh và các chính sách đô thị bền vững ở cấp địa phương và quốc gia.

**3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**PHÂN TÍCH – ĐÁNH GIÁ ỨNG DỤNG LCA TRONG CÁC HỆ THỐNG ĐÔ THỊ**

Nghiên cứu khảo sát cho thấy LCA đang được ứng dụng rộng rãi trong bốn lĩnh vực trụ cột của quy hoạch đô thị:

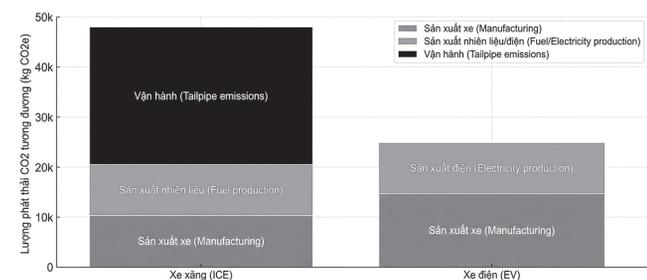
**3.1. Môi trường xây dựng (Built Environment)**

Việc phân tích tác động môi trường được thực hiện từ quy mô tòa nhà riêng lẻ đến quy mô thành phố. Tại quy mô công trình, LCA giúp định lượng tác động môi trường xuyên suốt vòng đời, tính đến các nguồn phát sinh khác nhau. Tuy nhiên, một thách thức lớn được Ortiz và cộng sự (2009) chỉ ra là khó khăn trong việc so sánh các nghiên cứu trường hợp do sự khác biệt về đặc tính công trình, điều kiện khí hậu và các quy định địa phương.

**3.2. Hệ thống giao thông**

Trong lĩnh vực giao thông, LCA không chỉ đánh giá các loại hình vận tải (đường bộ, đường sắt, hàng không, đường thủy) mà còn so sánh hiệu quả của các công nghệ mới.

So sánh phát thải CO2 vòng đời: Xe động cơ đốt trong (ICE) vs. Xe điện (EV)



Giá trị mang lại: Chứng minh trực quan xe điện giảm phát thải tổng thể, nhưng giai đoạn sản xuất có tác động đáng kể.

So sánh tác động môi trường giữa phương tiện động cơ đốt trong (ICE) và xe điện (EV) theo vòng đời

**Vận tải hành khách:** Các nghiên cứu chỉ ra xe điện có thể giảm đáng kể lượng CO2 so với xe động cơ đốt trong, đặc biệt khi sử dụng năng lượng tái tạo.

**Vận tải đường sắt:** Giai đoạn xây dựng và bảo trì hạ tầng chiếm tỷ trọng lớn trong tổng tác động môi trường.

**Tích hợp quy hoạch:** Sự kết hợp giữa mô hình sử dụng đất và tương tác giao thông (LUTI) với LCA đã giúp cải thiện tính đại diện địa phương trong đánh giá môi trường, điển hình như nghiên cứu tại Lyon, Pháp.

**3.3. Hệ thống nước**

LCA được sử dụng để theo dõi hiệu suất của hệ thống nước tích hợp (nước thải, nước uống, nước mưa) dựa trên các mục tiêu sức khỏe cộng đồng và môi trường. Các công cụ đánh giá phổ biến bao gồm CML, TRACI, ReCiPe, giúp lượng hóa tác động dựa trên thể tích hoặc tải lượng chất ô nhiễm.

**3.4. Hệ thống hạ tầng xanh**

Hạ tầng xanh đang dần thay thế hoặc bổ trợ cho hạ tầng "xám" truyền thống nhờ khả năng phục hồi và tính bền vững trước biến đổi khí hậu.

**Hiệu quả định lượng:** Các hệ thống kết hợp xanh-xám có thể giảm tới 47% lượng khí thải nhà kính.

**Công cụ hỗ trợ:** Các mô hình tích hợp như Quản lý nước mưa và GaBi đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao độ chính xác của đánh giá.

**Hạn chế:** Phạm vi nghiên cứu hiện tại còn khá hẹp, chủ yếu tập trung vào các kịch bản lý thuyết thay vì ứng dụng thực tế.

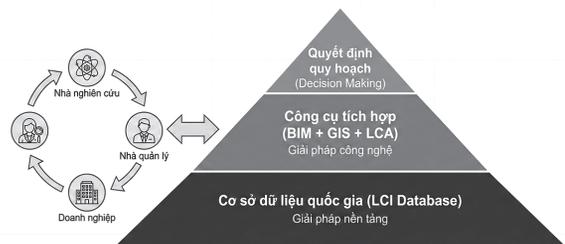
**4. THÁCH THỨC VÀ GIẢI PHÁP KIẾN NGHỊ**

Mặc dù Đánh giá vòng đời (LCA) sở hữu tiềm năng to lớn trong việc định lượng tác động môi trường và tối ưu hóa tài nguyên, việc chuyển hóa từ lý thuyết nghiên cứu sang thực tiễn quy hoạch đô thị vẫn đối mặt với những rào cản đáng kể.

**4.1. Nhận diện thách thức**

**Sự thiếu hụt và không đồng nhất về dữ liệu:** Một trong những trở ngại lớn nhất hiện nay là sự thiếu vắng cơ sở dữ liệu quốc gia về Kiểm kê vòng đời (LCI - Life Cycle Inventory) chuẩn hóa. Tại nhiều quốc gia đang phát triển, dữ liệu về phát thải của vật liệu xây dựng, năng lượng và giao thông thường được vay mượn từ các cơ sở dữ liệu quốc tế (như Ecoinvent, GaBi), dẫn đến sai lệch khi áp dụng vào điều kiện khí hậu và công nghệ sản xuất đặc thù của địa phương.

**Khoảng cách giữa nghiên cứu và ứng dụng:** Đa phần các nghiên cứu LCA hiện nay mới chỉ dừng lại ở quy mô thí điểm



**Giá trị mang lại:** Tổng hợp toàn bộ phần giải pháp tn giải pháp, giúp người đọc nắm bắt được thông điệp cốt lõi của bài báo về sự cần thiết của dữ liệu và chính sách.

Khung tích hợp LCA trong quy trình quy hoạch đô thị bền vững

hoặc phân tích học thuật. Việc tích hợp LCA vào quy trình lập quy hoạch chính thức (như Quy hoạch chung, Quy hoạch phân khu) còn hạn chế do quy trình phức tạp, tốn kém thời gian và đòi hỏi chuyên môn kỹ thuật cao từ đội ngũ tư vấn.

**4.2. Giải pháp và Kiến nghị chính sách**

Để LCA thực sự trở thành công cụ đắc lực cho quy hoạch đô thị bền vững, cần triển khai đồng bộ nhóm giải pháp sau:

Thứ nhất, hoàn thiện khung pháp lý và tiêu chuẩn kỹ thuật: Các nhà hoạch định chính sách cần phối hợp chặt chẽ với giới nghiên cứu để ban hành các hướng dẫn kỹ thuật cụ thể về áp dụng LCA trong thẩm định dự án đầu tư công và công trình xanh. Cần xem xét đưa LCA trở thành một tiêu chí khuyến khích hoặc bắt buộc trong các bộ tiêu chuẩn đánh giá bền vững (như LOTUS, LEED) để tạo động lực thị trường.

Thứ hai, xây dựng Cơ sở dữ liệu quốc gia (National LCI Database): Nhà nước cần đóng vai trò chủ đạo trong việc thiết lập và duy trì hệ thống dữ liệu mở về vật liệu xây dựng, năng lượng và vận tải. Việc minh bạch hóa dữ liệu đầu vào sẽ giúp các kỹ sư, kiến trúc sư và nhà quy hoạch có cơ sở tin cậy để so sánh, lựa chọn phương án thiết kế tối ưu, giảm thiểu sai số trong tính toán.

Thứ ba, tích hợp công nghệ và công cụ quy hoạch đa ngành: Cần đẩy mạnh nghiên cứu các mô hình tích hợp giữa LCA với Hệ thống thông tin địa lý (GIS) và Mô hình thông tin công trình (BIM). Đặc biệt, việc kết hợp dữ liệu không gian đô thị với LCA (như mô hình LUTI trong giao thông) sẽ cho phép đánh giá tác động môi trường trực quan hơn, hỗ trợ ra quyết định ở quy mô vùng và lãnh thổ.

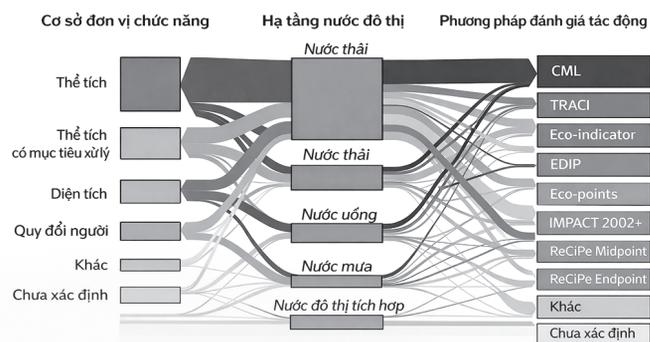
Thứ tư, thúc đẩy mô hình hợp tác "Ba nhà": Cần cơ chế phối hợp chặt chẽ giữa Nhà nước – Nhà trường (Viện nghiên cứu) – Nhà doanh nghiệp. Trong đó, các viện trường đóng vai trò cung cấp phương pháp luận khoa học, doanh nghiệp cung cấp dữ liệu thực tế và nhà nước kiến tạo hành lang pháp lý, từ đó hoàn thiện phương pháp LCA phù hợp với thực tiễn phát triển đô thị trong nước.

**5. KẾT LUẬN**

Nghiên cứu tổng quan này khẳng định Đánh giá vòng đời (LCA) không chỉ dừng lại là công cụ kỹ thuật để định lượng tác động môi trường, mà đang chuyển dịch trở thành phương pháp luận cốt lõi trong tư duy thiết kế và quy hoạch đô thị bền vững. Thông qua việc phân tích bốn trụ cột chính gồm môi trường xây dựng, giao thông, hệ thống nước và hạ tầng xanh, LCA đã chứng minh khả năng cung cấp cái nhìn toàn diện, giúp giải quyết bài toán "chuyển hóa đô thị" từ mô hình tuyến tính sang mô hình tuần hoàn.

Mặc dù vậy, khoảng cách giữa lý thuyết và thực tiễn vẫn là thách thức lớn, chủ yếu đến từ sự thiếu hụt dữ liệu đồng nhất và các rào cản trong tích hợp công cụ. Để LCA thực sự phát huy hiệu quả trong bối cảnh các đô thị đang phát triển, việc xây dựng cơ sở dữ liệu quốc gia và hoàn thiện khung pháp lý là những bước đi tiên quyết.

Tương lai của quy hoạch đô thị sẽ không chỉ dựa trên hình thái kiến trúc mà còn phụ thuộc vào các chỉ số hiệu năng môi



Tổng hợp loại hình đánh giá và công cụ đánh giá thường dùng trong đánh giá LCA hệ thống nước (Nguồn: Byrne và cộng sự, 2017)

trường được đo lường chính xác. Việc đẩy mạnh ứng dụng LCA, kết hợp với các công cụ số hóa tiên tiến, sẽ là chìa khóa để kiến tạo nên những thành phố có khả năng thích ứng cao, giảm thiểu rủi ro biến đổi khí hậu và đảm bảo chất lượng sống lâu dài cho cộng đồng.

**Tài liệu tham khảo:**

[1] Anderson, J. E., Wulfhorst, G., & Lang, W. (2015). *Energy analysis of the built environment—A review and outlook*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 149–158.

[2] Byrne, D. M., et al. (2017). *Life cycle assessment (LCA) of urban water infrastructure: Emerging approaches...* *Environmental Science: Water Research & Technology*, 3(6), 1002–1014.

[3] Chester, M., & Horvath, A. (2009). (Dẫn theo nội dung bài viết về vận tải đường sắt).

[4] Eriksson, E., Blinge, M., & Lövgren, G. (1996). *Life cycle assessment of the road transport sector*. *Science of the Total Environment*, 189, 69–76.

[5] François, C., Gondran, N., & Nicolas, J.-P. (2021). *Spatial and territorial developments for life cycle assessment applied to urban mobility...* *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26(3).

[6] Hasan, R., et al. (2024). *Life cycle assessment of green–grey coastal flood protection infrastructure...* *Environmental Research: Infrastructure and Sustainability*, 4(2).

[7] Mirabella, N., Allacker, K., & Sala, S. (2019). *Current trends and limitations of life cycle assessment applied to the urban scale...* *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 24(7), 1174–1193.

[8] Oliveri, L. M., et al. (2023). *Electrifying Green Logistics: A Comparative Life Cycle Assessment...* *Energies*, 16(23).

[9] Ortiz, O., Castells, F., & Sonnemann, G. (2009). *Sustainability in the construction industry...* *Construction and Building Materials*, 23(1), 28–39.

[10] Romanovska, L., Osmond, P., & Oldfield, P. (2023). *Life-cycle-thinking in the assessment of urban green infrastructure...* *Environmental Research Letters*, 18(6).

[11] Wohlschlager, D., et al. (2023). *Overcoming challenges in life cycle assessment of smart energy systems...* *Journal of Cleaner Production*, 423.