

# XÂY DỰNG HỆ THỐNG QUẢN LÝ CHẤT THẢI RẮN XÂY DỰNG THÂN THIỆN VỚI MÔI TRƯỜNG CHO THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

Nguyễn Hoàng Giang<sup>a</sup>, Hoàng Minh Giang<sup>b,\*</sup>, Trần Thị Việt Nga<sup>b</sup>, Tống Tôn Kiên<sup>c</sup>,  
Ngô Kim Tuấn<sup>c</sup>, Trần Viết Cường<sup>a</sup>, Nguyễn Tiến Dũng<sup>c</sup>, Nghiêm Hà Tân<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Khoa Xây dựng Dân dụng và Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,  
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

<sup>b</sup>Khoa Kỹ thuật Môi trường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,  
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

<sup>c</sup>Khoa Vật liệu xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,  
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 20/4/2024, Sửa xong 21/5/2024, Chấp nhận đăng 22/5/2024

## Tóm tắt

Hơn 80% lượng chất thải rắn xây dựng (CTRXD) phát sinh ở các đô thị của Việt Nam được chôn lấp ở các bãi chôn lấp hở và một số bãi hợp vệ sinh gây ra thất thoát lớn về tài nguyên và gia tăng nguy cơ gây ô nhiễm môi trường. Xây dựng các hệ thống quản lý CTRXD thân thiện với môi trường đang là nhu cầu vô cùng cần thiết đối với các đô thị Việt Nam nhằm đáp ứng các mục tiêu phát triển bền vững hiện nay. Nghiên cứu này hướng tới phát triển phương pháp xây dựng hệ thống quản lý CTRXD bền vững cho các đô thị nhằm thúc đẩy thu hồi và tái chế CTRXD để sản xuất vật liệu xây dựng, hướng tới mô hình tuần hoàn chất thải, nhằm kiểm soát ô nhiễm môi trường và tiết kiệm tài nguyên đất cho việc chôn lấp CTRXD. Nghiên cứu áp dụng phương pháp phân tích sự luân chuyển của dòng CTRXD và đánh giá các kịch bản quản lý dòng CTRXD nhằm tối ưu khả năng giảm thiểu, tái sử dụng, tái chế vật liệu. Từ đó đề xuất được các cơ chế, chính sách hỗ trợ cần hoàn thiện nhằm thúc đẩy sự tham gia tích cực của khối tư nhân trong hoạt động quản lý CTRXD bền vững hướng tới kinh tế tuần hoàn. Nghiên cứu điển hình được thực hiện cho thành phố Đà Nẵng, Việt Nam trong thời gian 2022–2024.

*Từ khoá:* chất thải rắn xây dựng; phân tích dòng vật chất; tái chế; quản lý chất thải rắn xây dựng; phát triển bền vững.

## ESTABLISHING THE ECO-FRIENDLY MANAGEMENT SYSTEM FOR CONSTRUCTION DEMOLITION WASTE IN DA NANG CITY

### Abstract

More than 80% of construction and demolition waste (CDW) generated in Vietnamese cities is disposed of in open dumped and sanitary landfills, resulting in a massive loss of resources and increasing environmental pollution. Given the current demands for sustainable development, developing eco-friendly CDW management systems for Vietnamese cities has become a top priority. This study aims to develop a sustainable CDW management system in urban areas to promote the recovery and recycling of CDW for construction material production, and to establish a recycling waste model to control environmental pollution and save land resources for CDW disposal. The research applied CDW flow analysis and CDW management scenarios assessment to optimize the potential of material reuse and recycling. The findings also suggest the need for improved mechanisms and policies to promote the active participation of the private sectors in sustainable CDW management towards circular economy. The case study was conducted in Da Nang city, Vietnam in the period 2022–2024.

*Keywords:* construction and demolition waste; waste flow analysis; recycling; construction demolition waste management; sustainable development.

[https://doi.org/10.31814/stce.huce2024-18\(2V\)-01](https://doi.org/10.31814/stce.huce2024-18(2V)-01) © 2024 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

\*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: [gianghm@huce.edu.vn](mailto:gianghm@huce.edu.vn) (Giang, H. M.)

## 1. Mở đầu

Tốc độ đô thị hóa nhanh cùng với sự phát triển các hoạt động kinh tế - xã hội trong những năm gần đây thúc đẩy các hoạt động xây dựng cơ sở hạ tầng, công trình đang diễn ra ở nhiều đô thị ở Việt Nam [1, 2]. Theo báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia [1], khối lượng CTRXD phát sinh ở một số đô thị Việt Nam lên đến 25% lượng chất thải rắn đô thị, trong khi tỷ lệ thu gom của CTRXD vẫn còn ở mức rất thấp [3, 4]. Tại Việt Nam, từ 25% đến 80% lượng CTRXD không được kiểm soát [5] gây nên nhiều ảnh hưởng tiêu cực đến kinh tế và môi trường bao gồm lãng phí tài nguyên đất cho chôn lấp chất thải [6], gây ô nhiễm môi trường không khí, đất và nước bởi các thành phần nguy hại có trong phế thải xây dựng [7], gây lãng phí cả tài nguyên thiên nhiên và khoáng sản [8]. Khối lượng dự báo CTRXD phát sinh ở một số địa phương được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Khối lượng dự báo chất thải rắn xây dựng phát sinh ở một số địa phương

Thành phố	Năm 2020 (tấn/ngày)	Năm 2030 (tấn/ngày)	Thu gom (%)
Hà Nội	2.100	3.400	70
Hồ Chí Minh	2.500	4.000	75
Hải Phòng	560	930	40–45
Đà Nẵng	500	900	60
Vinh Phúc	260	430	20–30
Bắc Ninh	180	340	20–30
Hưng Yên	230	410	20–30
Hải Dương	270	430	20–30
Quảng Ninh	-	480	20–30

Để thúc đẩy quản lý và tái chế CTRXD tại Việt Nam, các địa phương cần có các phương án quy hoạch và các cơ sở thu gom và tái chế CTRXD và công nghệ, phương án tái chế [9]. Chiến lược quản lý chất thải rắn đến năm 2025 tầm nhìn đến năm 2050 đã nêu rõ về mục tiêu nâng cao hiệu quả thu gom chất thải rắn xây dựng đến 80% năm 2020, 90% năm 2025 và tỷ lệ tái chế của loại chất thải rắn lên đến 60% đến năm 2025 [10]. Với chiến lược này, nhu cầu về thiết lập một hệ thống quản lý CTRXD bền vững, thân thiện môi trường và phương pháp tiếp cận trong xây dựng và quy hoạch hệ thống quản lý CTRXD trở nên vô cùng cần thiết và cấp bách cho mục tiêu phát triển bền vững của Việt Nam [11].

Đối với thành phố Đà Nẵng, kết quả khảo sát các bãi chứa CTRXD tạm và các bãi đổ không được cấp phép CTRXD trên địa bàn thành phố Đà Nẵng năm 2021 của Dự án SATREPS - JPMJSA1701 “Thiết lập hệ thống quản lý phế thải xây dựng phù hợp nhằm kiểm soát ô nhiễm môi trường và tăng cường khả năng chế tạo các loại vật liệu mới tái chế từ phế thải xây dựng ở Việt Nam” [12] ước tính tổng lượng CTRXD của thành phố Đà Nẵng phát sinh khoảng 500–1.000 tấn/ngày. Kết quả khảo sát ở quận Liên Chiểu cho thấy, tổng lượng CTRXD phát sinh trên địa bàn quận là khoảng 180 tấn/ngày và 60–70% lượng rác này được chôn lấp trực tiếp mà không qua giai đoạn xử lý, tái chế nào. Chỉ có khoảng 5% CTRXD được tái chế (chủ yếu là kim loại 46%, gỗ 19%, nhựa 18% và giấy 17%) và khoảng 25%–35% phế thải xây dựng được sử dụng để làm vật liệu san lấp trực tiếp với giá trị rất thấp [12].

Như vậy, nếu coi số liệu dòng chất thải quận Liên Chiểu tương đương về tỷ lệ với thành phố Đà Nẵng thì thành phố sẽ phải chôn lấp khoảng 450 m<sup>3</sup> CTRXD/ngày. Nếu tính độ sâu ô chôn lấp là 10 m thì mỗi năm thành phố Đà Nẵng sẽ cần sử dụng 1,7 ha đất để chôn lấp CTRXD. Bên cạnh đó, trước khi được chở đi chôn lấp, san lấp và tái chế, khoảng 700 tấn/ngày chất thải rắn (CTR) được chứa tạm

ở các bãi tập kết phân bố tại các quận của thành phố hoặc được đổ trộm ra môi trường. Nếu lượng CTRXD này được lưu chứa, chôn lấp trong vòng 1 năm thì thành phố sẽ cần 9–18 ha đất phục vụ riêng cho việc đổ tạm CTRXD. Dự báo con số này có thể tăng lên gấp đôi đến năm 2030 tức là cần 18–36 ha đất phục vụ chứa, chôn lấp CTRXD [13]. Việc quản lý CTRXD hiện gặp nhiều khó khăn do thành phố đang trong thời kỳ phát triển và đô thị hóa mạnh mẽ. Hiện tại chỉ có các bãi tập kết CTRXD nhưng chưa có công nghệ và nhà máy tái chế CTRXD. Việc nghiên cứu thiết lập hệ thống quản lý CTRXD toàn diện bao gồm phân loại tại nguồn, thu gom và tái chế, cũng như xây dựng các cơ chế, chính sách và khung pháp lý hỗ trợ cho các bên liên quan tham gia tích cực vào hệ thống quản lý CTRXD là mục tiêu cấp bách cho sự phát triển bền vững của Đà Nẵng và các đô thị Việt Nam.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Khảo sát khối lượng CTRXD phát sinh

Khảo sát được thực hiện với sự phối hợp của sở Tài nguyên Môi trường, phòng quản lý đô thị các quận, huyện, Công ty môi trường đô thị Đà Nẵng, Sở xây dựng, các doanh nghiệp tham gia vào hoạt động xây dựng, phá dỡ, vận chuyển, xử lý chất thải rắn xây dựng trên địa bàn thành phố nhằm thu thập các thông tin về công trình phá dỡ.

Khảo sát hiện trường tại các nguồn phát sinh CTRXD được thực hiện tại Địa điểm phá dỡ sân vận động Hùng Vương. Có 35 công trình được phá dỡ trong giai đoạn thực hiện khảo sát. Thời gian khảo sát được thực hiện từ tháng 12 năm 2022 đến tháng 1 năm 2023.

### 2.2. Phương pháp xác định khối lượng CTRXD phát sinh tại các công trình phá dỡ

Việc tính toán khối lượng CTRXD phát sinh dựa trên cơ sở số lượng xe, loại xe chở vật liệu xây dựng ra khỏi khu vực phá dỡ. CTRXD được xác định khối lượng phụ thuộc điều kiện khảo sát, lượng chất thải sau khi được dỡ bỏ và được chia thành 2 phần, CTRXD có thể tái chế được: sắt, thép, gỗ nguyên, ... được nhà thầu phá dỡ cung cấp số lượng và chủng loại xe chở ra khỏi công trường, còn lượng CTRXD không tái chế được lưu giữ tại công trường phải xác định bằng phương pháp xác định thể tích đồng lưu giữ.

Phương pháp xác định thể tích đồng CTRXD còn lưu giữ ở công trường như sau:

Phương pháp xác định bằng kích thước đối với các đồng được vun thành khối theo diện tích mặt bằng (Hình 1). Thể tích được tính theo công thức (1)

$$V_1 = \sum_i l_i \times b_i \times \bar{h}_i \quad (1)$$

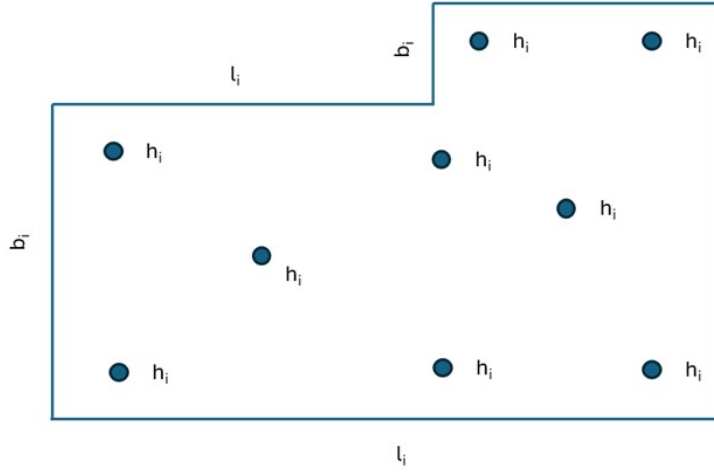
trong đó  $V_1$  là thể tích của CTRXD phải lưu giữ lại ở công trường ( $m^3$ );  $b_i, l_i$  là chiều rộng và chiều dài các đồng CTRXD trên công trường (m);  $\bar{h}_i$  là cao độ trung bình của đồng CTRXD (m), cao độ được đo nhiều điểm đối với một đồng chất thải.

Phương pháp xác định bằng kích thước đối với các đồng được vun thành đồng được đo đạc bằng phương pháp xác định đường đồng mức. Mỗi đường đồng mức được xem như một hình elip, các trục dài và trục ngắn của mỗi elip được xác định tính toán được diện tích ( $A_x$ ) của mỗi đường. Thể tích của đồng sẽ được xác định thông qua Hình 2.

Khối lượng CTRXD tái chế vận chuyển đi được xác định theo công thức (2):

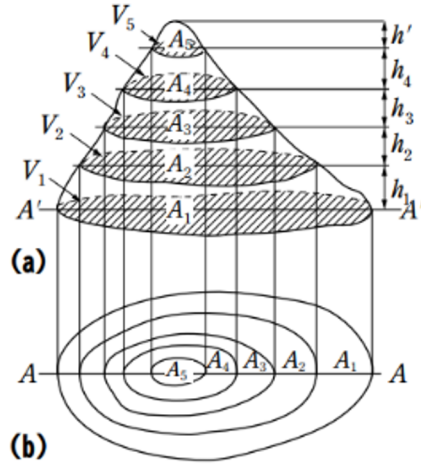
$$M_2 = \sum_i n_i \times m_i, t \quad (2)$$

trong đó  $M_2$  là khối lượng CTRXD tái chế được chở đi khỏi công trường (t);  $n_i$  là số lượng xe tải loại  $i$ ;  $m_i$  là tải trọng vận chuyển của loại xe tải vận chuyển thứ  $i$  ( $m^3$ ).



Hình 1. Ví dụ mặt bằng đo kích thước đồng đồ

$$\begin{aligned} V_5 &= A_5 \times h'/3 \quad (2.7) \\ V_4 &= (A_4 + A_5) \times h_4/2 \\ V_3 &= (A_3 + A_4) \times h_3/2 \\ V_2 &= (A_2 + A_3) \times h_2/2 \\ V_1 &= (A_1 + A_2) \times h_1/2 \end{aligned}$$



Hình 2. Phương pháp xác định thể tích của đồng theo đường đồng mức

Khối lượng CTRXD còn lại tại công trường được xác định theo công thức (3):

$$M_1 = \rho \times V_1, t \quad (3)$$

trong đó  $M_1$  là khối lượng CTRXD không tái chế lưu giữ lại công trường (t);  $\rho$  là tỷ trọng của CTRXD  $\rho = 0,782 \text{ t/m}^3$ , được xác định thông qua các nghiên cứu trước của dự án Satreps [12];  $V_i$  là thể tích của CTRXD phải lưu giữ lại ở công trường ( $\text{m}^3$ ).

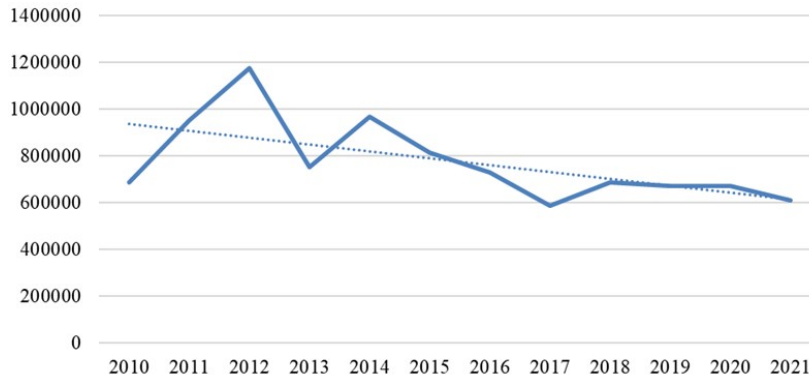
### 2.3. Phương pháp dự báo khối lượng CTRXD phát sinh và xây dựng kịch bản quản lý CTRXD cho thành phố Đà Nẵng

Số liệu thống kê về diện tích sàn xây dựng đã hoàn thành của thành phố Đà Nẵng từ năm 2010 đến năm 2021 (theo số liệu của Tổng cục Thống kê) [14]. Hình 3 cho thấy số  $\text{m}^2$  sàn xây dựng tại Đà Nẵng trong những năm qua từ 2010–2021.

Giả thiết trong vòng 20 năm các công trình dân dụng được phá dỡ để thay mới thì lượng CTRXD có thể phát thải được tính theo công thức (4):

$$M_{PD}^t = A^{t-20} \times \mu \quad (4)$$

trong đó  $M_{PD}^t$  là khối lượng CTRXD phá dỡ ước tính tại thời điểm  $t$  (tấn);  $A^{t-20}$  là diện tích sàn xây dựng cách thời điểm tính toán  $t-20$  năm trước ( $m^2$ );  $\mu$  là hệ số phát thải CTRXD phá dỡ, được xác định thông qua khảo sát.



Hình 3. Diện tích sàn xây dựng hoàn thành trong năm của thành phố Đà Nẵng

CTRXD trong quá trình xây dựng phát sinh ở thời điểm hiện tại được tính bằng công thức (5)

$$M_{XD}^t = A^t \times \beta \quad (5)$$

trong đó  $M_{XD}^t$  là khối lượng CTRXD phá dỡ ước tính tại thời điểm  $t$  (tấn);  $A^t$  là diện tích sàn xây dựng cách thời điểm  $t$  ( $m^2$ );  $\beta$  là hệ số phát thải CTRXD phá dỡ, được xác định thông qua khảo sát.

#### 2.4. Phương pháp xây dựng kịch bản quản lý CTRXD

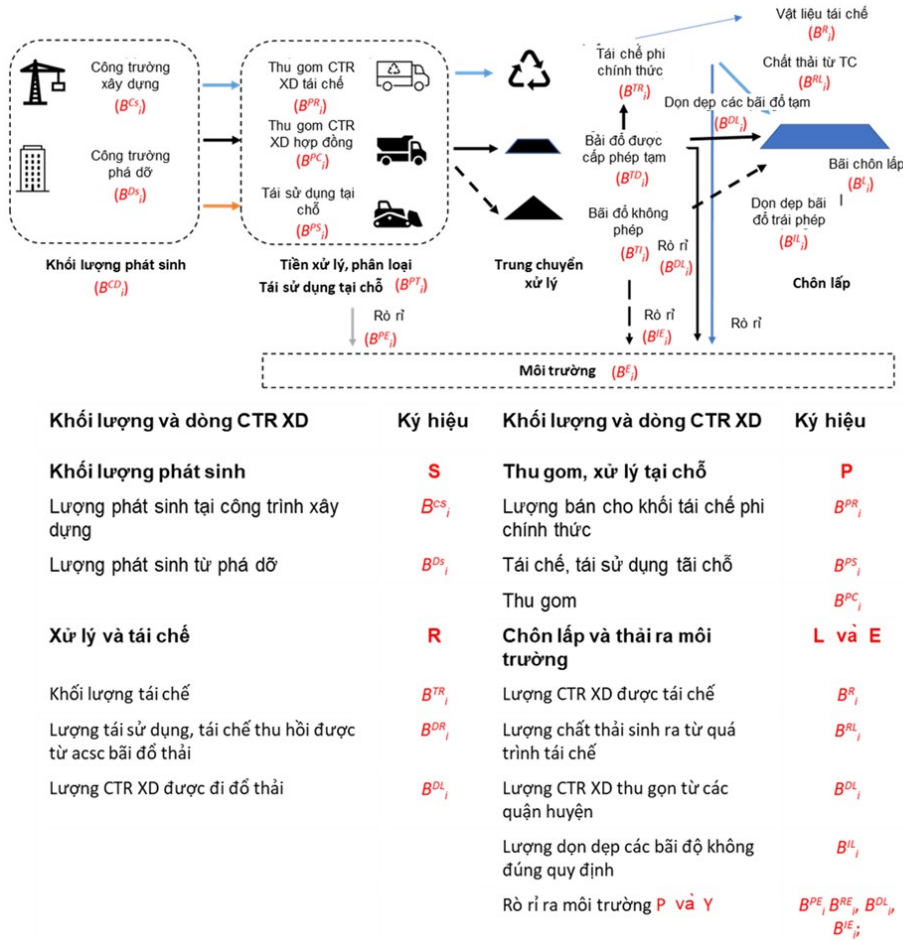
Các kịch bản quản lý CTRXD được xây dựng căn cứ trên hiện trạng, các giả thiết về phát triển và dự báo khối lượng phát sinh và các vấn đề liên quan đến khả năng xử lý, tái chế, các quy định được ban hành của quốc gia và thành phố như trong Bảng 2.

Bảng 2. Kịch bản quản lý CTRXD tại Đà Nẵng

Kịch bản	Mục tiêu	Quy định	Hạ tầng kỹ thuật	Công nghệ	Tỷ lệ xử lý và tái chế
BAU	Thu gom 100%, xử lý được 60%				Như dòng CTR hiện trạng
SC1	Thu gom 100%, xử lý được 60%	Áp dụng quy định phân loại CTRXD tại nguồn		Áp dụng các công nghệ tái chế, xử lý cho các loại CTRXD được phân loại	CTR tái chế được phân loại lên đến 30–35%, Bê tông, gạch, chiếm 56,8% lượng rác còn lại cũng được tách riêng phục vụ cho tái chế (hiệu quả 70%)
SC2	Thu gom 100%, xử lý được 60%	Áp dụng quy định phân loại CTRXD tại nguồn	Đầu tư các trạm trung chuyển kết hợp MRF	Áp dụng các công nghệ tái chế, xử lý cho các loại CTRXD được phân loại	Tăng cường chất lượng CTR tái chế đến các loại vật liệu nhỏ

## 2.5. So sánh và đánh giá các kịch bản quản lý CTRXD

Đánh giá và so sánh các kịch bản quản lý CTRXD dựa trên phương pháp phân tích dòng CTRXD được đề xuất để tính toán và xác định khối lượng và hướng đi các loại chất thải. Mô hình mô phỏng dòng CTRXD theo hiện trạng của TP Đà Nẵng và các biển được thể hiện ở Hình 4. Kết quả tính toán và các hệ số của mô hình được thực hiện dựa trên các dữ liệu khảo sát về khối lượng phát sinh, thành phần CTRXD và nguyên tắc cân bằng vật chất, tức là tổng khối lượng đầu vào và đầu ra của CTRXD ở mỗi công đoạn là cân bằng. Kết quả phân tích dòng vật chất các kịch bản quản lý sẽ đánh giá các mức độ can thiệp về công nghệ, chính sách có hiệu quả thế nào thông qua khối lượng CTRXD có thể được thu hồi, tái chế và khối lượng phải đi chôn lấp.



Hình 4. Mô phỏng dòng CTRXD thành phố Đà Nẵng

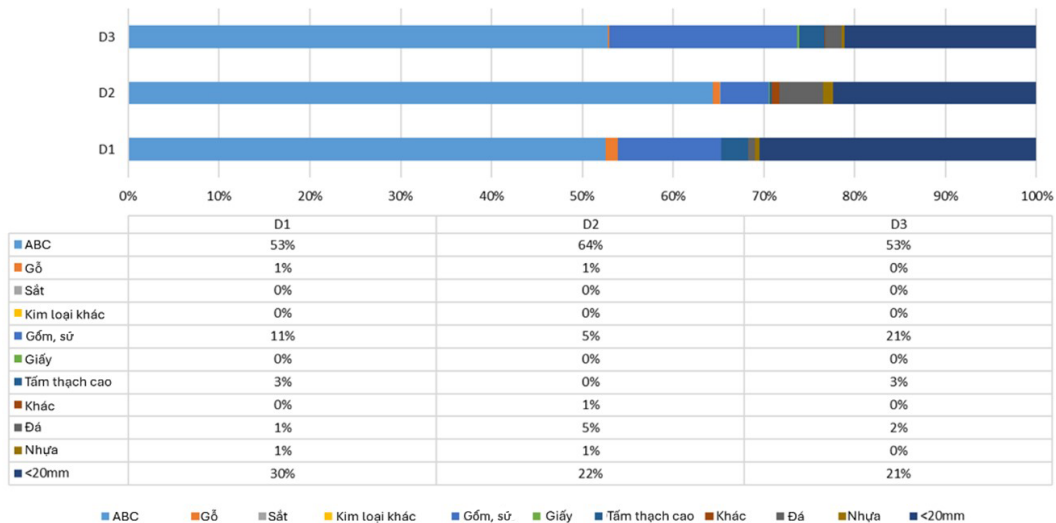
## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Thành phần CTRXD tại các công trình

#### a. Thành phần CTRXD ở các công trình phá dỡ

Tỷ lệ thành phần CTRXD của công trình phá dỡ được khảo sát trong đề tài thể hiện ở Hình 5. Do quá trình phá dỡ công trình, các loại CTRXD tái chế được đã được nhà thầu phá dỡ thu lại và vận chuyển đi khỏi công trình, vì vậy thành phần mẫu CTR phân tích được bao gồm các loại CTRXD không tái chế, lưu giữ tại công trường.



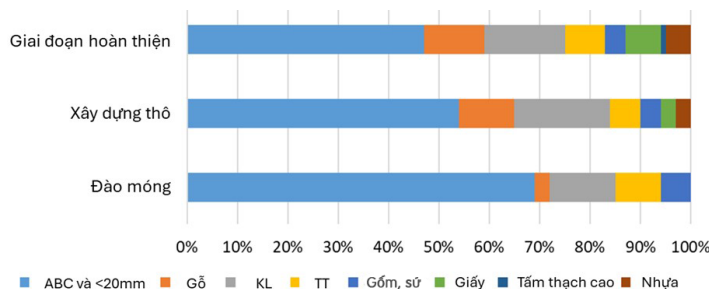


Hình 5. Tỷ lệ thành phần CTRXD từ các công trình phá dỡ

Thành phần CTRXD từ công trình phá dỡ chủ yếu là thành phần bê tông, khối xây, gạch vỡ (ABC) (53–64%) và thành phần hạt nhỏ dưới 20 mm (20–30%), tổng tỷ lệ hai thành phần này khoảng 83–86%. Các vật liệu gốm, sứ chiếm tỷ lệ 10–20% trong khi các thành phần khác như đá, thạch cao chiếm tỷ lệ 2–5%, các thành phần còn lại đa số chiếm tỷ lệ nhỏ hơn 1% (Hình 5).

#### b. Thành phần CTRXD ở các công trình xây dựng

Thành phần CTRXD qua các giai đoạn xây dựng công trình được thể hiện ở Hình 6.



Hình 6. Thành phần CTRXD ở các các giai đoạn xây dựng

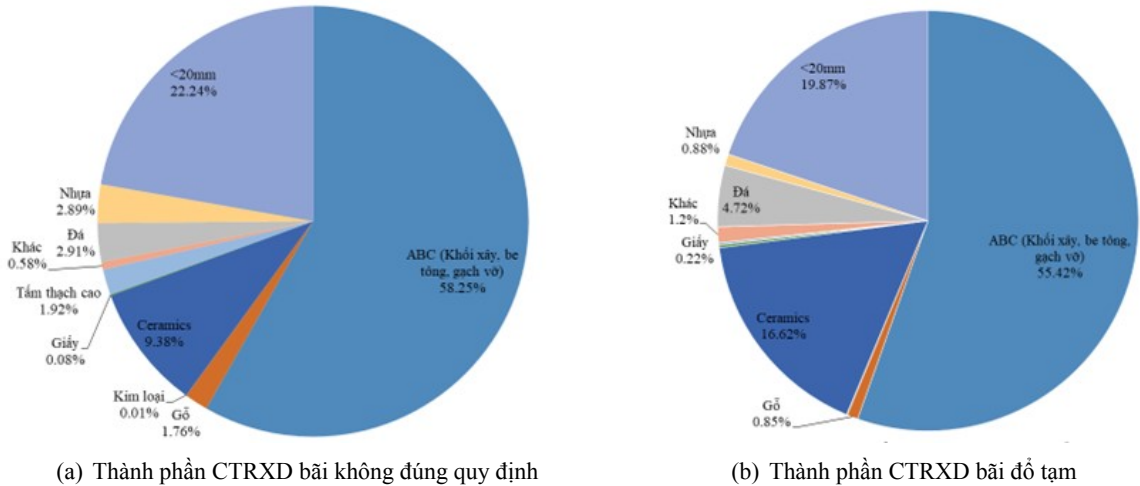
Có thể nhận thấy, thành phần CTRXD thay đổi rõ rệt qua các giai đoạn thi công của công trình. Giai đoạn đầu và giai đoạn đào móng lượng chất thải nhỏ và các loại gạch, bê tông chiếm lượng lớn đến 70% khối lượng CTRXD phát sinh. Trong giai đoạn xây dựng hỗn hợp, chủ yếu là các hạt có kích thước nhỏ. Kim loại là loại CTRXD phát sinh nhiều thứ hai trong suốt giai đoạn thi công chiếm khoảng 13–19%, trong khi thủy tinh chiếm khoảng 6–9%, gỗ phần lớn phát sinh trong quá trình xây thô và hoàn thiện công trình (11%). Một số thành phần CTRXD chỉ phát sinh trong quá trình xây thô và hoàn thiện như nhựa (3–5%), giấy (3–7%) hay thạch cao chỉ phát sinh trong giai đoạn hoàn thiện công trình (~1%).

#### c. Thành phần CTRXD tại các bãi đổ thải

Dựa trên kết quả phân tích mẫu thành phần của các bãi đổ (Hình 7), tỷ lệ thành phần khối xây, bê tông, gạch vỡ (ABC) chiếm trung bình 56,83%, tỷ lệ rác có kích thước nhỏ hơn 20mm chiếm 21,05%,

nhựa chiếm 1,88%, đá 3,81%, thạch cao 1,05%, giấy 0,15%, kim loại 0,03%, gỗ 1,3%, gốm sứ 13% và các loại khác chiếm 0,89%.

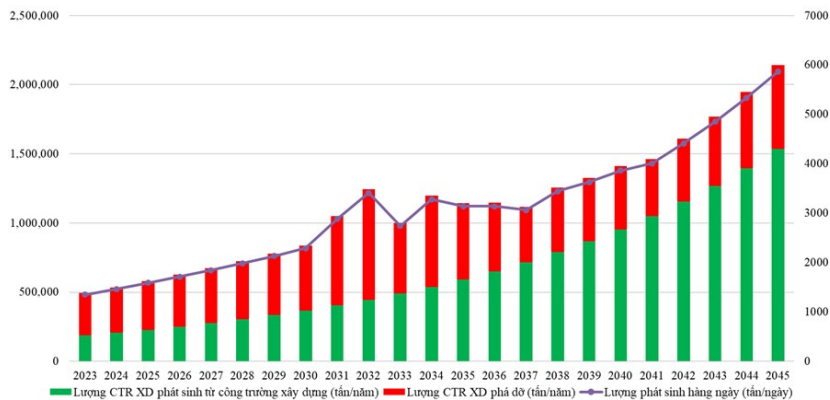
Có thể thấy cũng giống như thành phần CTRXD còn lại ở các công trình phá dỡ, thành phần CTRXD ở các bãi đổ chiếm đa số là rác thải khối xây, bê tông, gạch vỡ và rác có kích thước nhỏ. Tuy nhiên, lượng rác ở các bãi đổ được tập trung từ nhiều thành phần về vì vậy có xuất hiện các thành phần như nhựa, giấy, kim loại, ... dù chiếm tỉ lệ rất nhỏ khoảng 0–2%.



Hình 7. Thành phần CTRXD ở các bãi đổ tạm, bãi đổ không đúng quy định

### 3.2. Dự báo khối lượng CTRXD phát sinh

Xu hướng phát sinh và dự báo lượng CTRXD phát sinh trong các năm từ 2023 đến năm 2045 (Giai đoạn 1: 2023–2030; và giai đoạn 2: 2030–2045) trên địa bàn thành phố Đà Nẵng được trình bày thể hiện trên biểu đồ Hình 8.



Hình 8. Xu hướng phát sinh CTRXD trên địa bàn thành phố Đà Nẵng

Từ biểu đồ dự báo lượng phát thải CTRXD tại Đà Nẵng từ 2023 đến 2045 có thể nhận thấy:

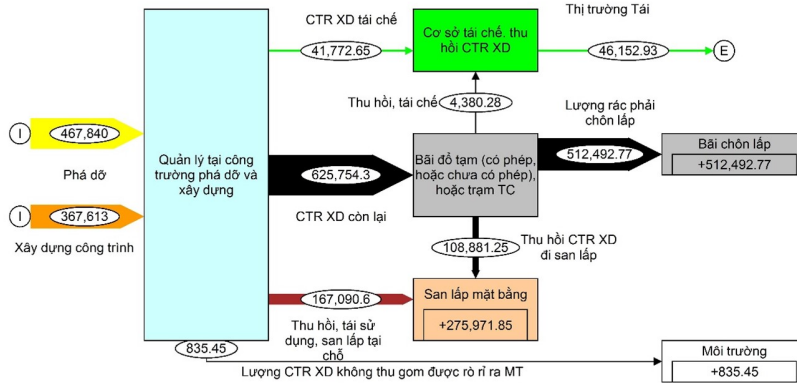
- Lượng phát thải tăng nhanh qua các năm với mức 1.700 tấn/ngày tại năm 2023 tăng lên mức 3.000 tấn/ngày vào năm 2030 và trên 6.000 tấn/ngày vào năm 2045.
- Lượng CTRXD phát sinh ngày càng gia tăng do số lượng và quy mô công trình tăng.
- Lượng CTRXD phá dỡ được dự báo trên số công trình tới thời hạn hết sử dụng. Lượng CTRXD phá dỡ được dự báo từ đó có phương án xử lý.



### 3.3. Dòng CTRXD các kịch bản quản lý CTRXD

#### a. Kịch bản giữ nguyên hiện trạng BAU

Hình 9 thể hiện dòng CTRXD năm 2030 của thành phố Đà Nẵng theo kịch bản giữ nguyên hiện trạng BAU. Có thể thấy theo dự báo lượng CTRXD phát sinh lên đến 2.289 tấn/ngày tương đương với 835.453 tấn/năm. Nếu giữ nguyên hiện trạng quản lý hiện nay, thì các mục tiêu về quản lý CTR được thể hiện trong quy hoạch (tỷ lệ chôn lấp trực tiếp đạt 20%), tỷ lệ thu gom CTRXD đạt 100% và tỷ lệ tái chế CTRXD đạt 60% khó có thể đạt được bởi các lý do sau. Hệ thống tái chế CTRXD thiếu công nghệ, đồng thời CTRXD không được quản lý, phân loại tại nguồn dẫn đến giảm hiệu quả các công nghệ do nguyên liệu đầu vào lẫn nhiều tạp chất, từ đó giảm hiệu quả đầu tư và hoạt động các công nghệ tái chế CTRXD. Lượng CTRXD tái chế được chủ yếu phụ thuộc vào các hoạt động phi chính thức, công nghệ lạc hậu, hiệu quả kém, tỷ lệ tái chế không thay đổi chiếm khoảng 5% tổng lượng CTR phát sinh. Thêm vào đó, tỷ lệ tái sử dụng CTRXD để san lấp mặt bằng tại chỗ (20%) và từ các bãi đổ (17,4%), tổng cộng khoảng 30% lượng CTRXD phát sinh.



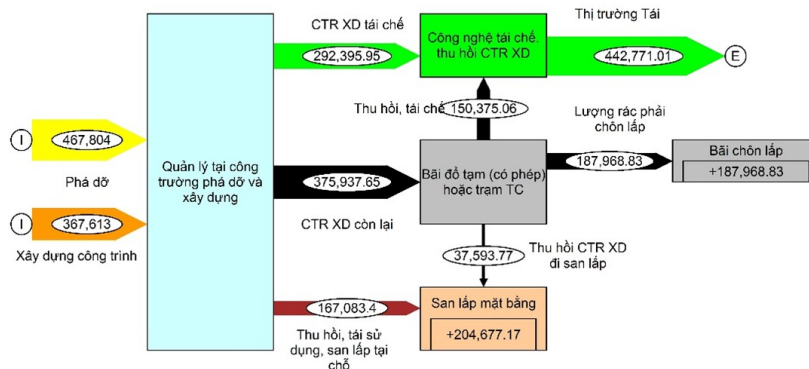
Hình 9. Dòng CTRXD thành phố Đà Nẵng, năm 2030 theo BAU

Với kịch bản giữ nguyên hiện trạng đến năm 2030 thành phố Đà Nẵng sẽ cần phải chôn lấp khoảng 61% lượng CTRXD phát sinh, ước tính khoảng 512.492 tấn/năm, tương đương khoảng 1.800 m<sup>3</sup> CTRXD/ngày cần được chôn lấp. Như vậy kịch bản hiện trạng không phù hợp với các mục tiêu quy hoạch, mục tiêu bảo vệ môi trường và bối cảnh của thành phố Đà Nẵng.

#### b. Kịch bản SC1

Kịch bản SC1 được xây dựng trên cơ sở thực hiện phân loại CTRXD tại nguồn kết hợp với việc đầu tư các công nghệ xử lý, tái chế phù hợp với các loại CTRXD được phân loại như Hình 10. Việc thực hiện phân loại CTRXD tại nguồn tạo điều kiện cho việc tái chế các loại CTR tái chế được phân loại, vì vậy tỷ lệ tái chế các loại CTR như kim loại, nhựa, giấy, gỗ lên tới 35%, lượng CTR được tái sử dụng tại chỗ là 20% và chỉ có 45% lượng CTRXD được đưa ra các bãi tập kết, trạm trung chuyển. Thành phần ở đây chủ yếu là các loại chất thải như gạch, bê tông, khối xây và thành phần các hạt kích thước nhỏ hơn 20 mm. Việc thực hiện phân loại các thành phần này trên công trường không dễ nên hiệu quả đối với phân loại gạch, bê tông đạt khoảng 70%, như vậy chỉ có khoảng 40% lượng CTR là bê tông, gạch chở đến điểm tập kết, trạm trung chuyển được phân loại hiệu quả từ trước và sẽ được tái chế, và 50% lượng CTRXD còn lại được đưa đi chôn lấp. Siết chặt các quy định và thực hiện phân loại CTRXD tại nguồn cũng làm tăng hiệu quả thu gom CTRXD, không còn rác rò rỉ ra môi trường.

Tỷ lệ CTRXD chôn lấp ở kịch bản này là 22,25% giảm khoảng xấp xỉ 1/3 so với kịch bản hiện trạng. Tuy nhiên, thành phố cần bố trí diện tích đất cho các bãi đổ tạm, trạm trung chuyển CTRXD.

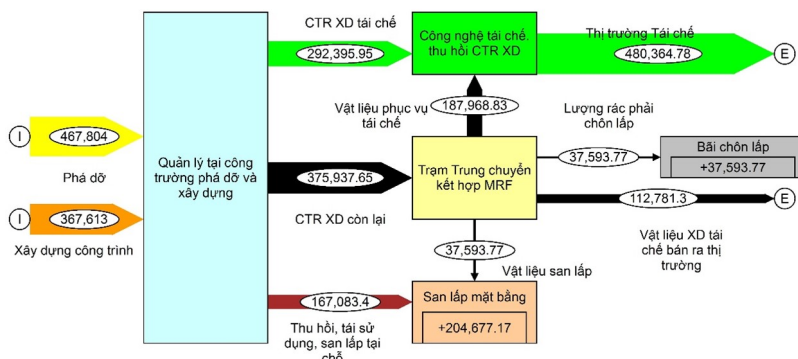


Hình 10. Dòng CTRXD của thành phố Đà Nẵng năm 2030, theo kịch bản SC1

### c. Kịch bản SC2

Kịch bản 2 không thay đổi so với kịch bản 1 mà chỉ bổ sung hệ thống hạ tầng kỹ thuật hỗ trợ thu gom, phân loại CTRXD cho thành phố như Hình 11. Thay vì áp dụng những điểm tập kết tạm thời và trạm trung chuyển nhỏ, kịch bản này đề xuất quy hoạch và đầu tư các trạm trung chuyển kết hợp với MRF quy mô lớn hơn (cấp quận hoặc liên quận) nhằm nâng cao chuỗi giá trị của CTRXD, thu hút đầu tư, tạo điều kiện thuận lợi cho công tác quản lý CTRXD.

Ở kịch bản này, lượng CTRXD đi chôn lấp chỉ chiếm khoảng 4,5%, thành phố cần một diện tích đất nhất định đầu tư cho các trạm trung chuyển kết hợp MRF quy mô cấp quận hoặc liên quận, tuy nhiên diện tích các công trình này cũng không quá lớn vì không phải lưu chứa CTRXD mà dòng rác vào ra liên tục do chuỗi giá trị được nâng cao nhờ quá trình phân loại, tiền xử lý.

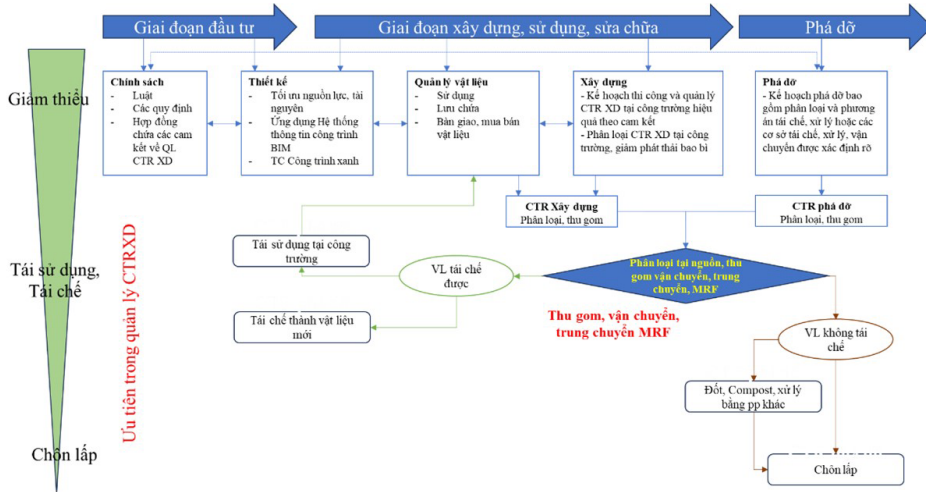


Hình 11. Dòng CTRXD của thành phố Đà Nẵng năm 2030 theo kịch bản SC2

### 3.4. Đề xuất hệ thống quản lý CTRXD thân thiện môi trường cho thành phố Đà Nẵng

Từ kết quả nghiên cứu có thể thấy, đối với thành phố Đà Nẵng, nhằm đảm bảo mục tiêu thu gom được 100% CTRXD và hướng tới xử lý và tái chế 60% lượng CTRXD này cần định hướng tiếp cận theo vòng đời [3] như trong Hình 12.

Lượng CTRXD phát sinh và thành phần CTRXD thay đổi rõ rệt qua các giai đoạn thi công của công trình. Giai đoạn đầu và giai đoạn đào móng lượng chất thải nhỏ và các loại gạch, bê tông chiếm lượng lớn đến 70% khối lượng CTRXD phát sinh. Còn đối với CTRXD phá dỡ và ở các bãi đổ, tỷ lệ thành phần khối xây, bê tông, gạch vỡ (ABC) chiếm tỷ lệ lớn nhất trung bình 56,83%. Trên cơ sở tính toán, so sánh các kịch bản về lợi ích kinh tế - môi trường theo phương pháp đánh giá vòng đời; các hệ số phát thải, hệ số chi phí theo vòng đời sản phẩm. Kịch bản tối ưu và khả thi là thu gom 100%, xử lý



Hình 12. Khung định hướng quản lý CTRXD tại thành phố Đà Nẵng theo tiếp cận vòng đời

được 60%, tỷ lệ CTRXD chôn lấp là 22,25% giảm khoảng xấp xỉ 1/3 so với kịch bản hiện trạng. Tuy nhiên, thành phố cần bố trí diện tích đất cho các bãi đỗ tạm, trạm trung chuyển CTRXD và áp dụng quy định phân loại CTRXD tại nguồn.

Cần có các quy định cụ thể liên quan đến quản lý CTRXD trong kế hoạch và thiết kế công trình. Việc tích hợp công nghệ trong giai đoạn thiết kế dự án đóng góp một phần quan trọng trong việc giảm thiểu CTRXD [15, 16]. Để triển khai tốt nội dung này, khung quản lý được đề xuất cho thành phố Đà Nẵng theo tiếp cận vòng đời, khung quản lý này hướng dẫn các giao thức hợp tác, làm việc, trao đổi thông tin về quản lý CTRXD theo vòng đời của các bên liên quan bao gồm: Cơ quan quản lý, chủ đầu tư, các đơn vị tư vấn thiết kế, nhà thầu xây dựng, phá dỡ, thu gom, vận chuyển và xử lý.

Khung hoạt động được chia thành 3 cấp quản lý bao gồm 3 nhóm các bên liên quan như sau:

- Cấp 1: Cấp thực hiện các công tác quản lý CTRXD bao gồm có Chủ công trình xây dựng hoặc chủ đầu tư (CĐT), các đơn vị nhà thầu xây dựng (XD), nhà thầu phá dỡ (PD), nhà thầu thu gom và vận chuyển CTRXD (TG-VC); và nhà thầu tái chế (TC), các đơn vị xử lý và chôn lấp CTRXD (CL).
- Cấp 2: Cấp thực hiện công tác quản lý trực tiếp và giám sát các công tác thực hiện quản lý CTRXD bao gồm Sở Xây dựng (DOC) và Sở Tài nguyên và Môi trường (DONRE). Bên cạnh đó, nhóm 2 còn có nhiệm vụ lưu trữ dữ liệu và khai thác cơ sở dữ liệu phục vụ công tác quản lý CTRXD. Công tác này đặc biệt quan trọng trong giai đoạn chuyển đổi số và cuộc cách mạng 4.0 trong quản lý xây dựng, quản lý tài nguyên và môi trường.
- Cấp 3: Cấp quản lý chung của thành phố (UBND), có chức năng quy định và giám sát việc thực hiện các quy định về quản lý CTRXD.

Mô hình quản lý CTRXD hiệu quả bền vững được đề xuất cho thành phố Đà Nẵng dựa trên các kết quả nghiên cứu phân tích. Mô hình này cũng đã được đề xuất xem xét ứng dụng tại một số địa phương của Việt Nam như Quảng Ninh [8], Hải Phòng [4]. Theo Luật bảo vệ môi trường 2020 [13], CTRXD phát sinh phải được thu gom và xử lý tại các cơ sở chức năng của tỉnh, thành phố vì vậy việc ban hành và sử dụng phương án quản lý dựa trên đánh giá khoa học này sẽ giúp thành phố Đà Nẵng quản lý và tái chế hiệu quả CTRXD trên địa bàn. Với việc ứng dụng hiệu quả mô hình quản lý và công nghệ tái chế tiên tiến sẽ giúp thành phố có môi trường thân thiện và phát triển bền vững.

#### 4. Kết luận

Một số kết luận được rút ra như sau:

- Phương án quản lý CTRXD hiệu quả được đề xuất dựa trên số liệu khảo sát điều tra tại thành phố. Hệ thống được đề xuất đáp ứng yêu cầu theo luật bảo vệ môi trường 2020 cũng như yêu cầu của thành phố.

- Hệ thống quản lý hướng tới sử dụng công nghệ cao, thân thiện môi trường. Công nghệ và ứng dụng thành quả cách mạng công nghiệp 4.0 được ứng dụng. Theo đó CTRXD sau khi thu gom sẽ được tái chế thành vật liệu xây dựng nhằm bảo vệ môi trường và hướng tới kinh tế tuần hoàn.

### Lời cảm ơn

Các tác giả xin chân thành cảm ơn Đề tài “Nghiên cứu đề xuất giải pháp quản lý và mô hình tái chế chất thải rắn xây dựng trên địa bàn thành phố Đà Nẵng”.

### Tài liệu tham khảo

- [1] Bộ Tài nguyên và Môi trường. *Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia 2019*.
- [2] Nghiem, H. T., Phan, Q. M., Kawamoto, K., Ngo, K. T., Nguyen, H. G., Nguyen, T. D., Isobe, Y., Kawasaki, M. (2020). *An investigation of the generation and management of construction and demolition waste in Vietnam. Volume 12 - September 2020*, (12):135–149.
- [3] Tuan, N. V. (2018). *Current status of construction and demolition waste management in vietnam: Challenges and opportunities. International Journal of GEOMATE*, 16(52).
- [4] Tong, K. T., Nguyen, N. T., Nguyen, G. H., Ishigaki, T., Kawamoto, K. (2022). *Management Assessment and Future Projections of Construction and Demolition Waste Generation in Hai Phong City, Vietnam. Sustainability*, 14(15):9628.
- [5] Luu, N. C., Nguyen, L. H., Tran, T. V. N., Isobe, Y., Kawasaki, M., Kawamoto, K. (2021). *Construction and demolition waste illegal dumping: Environmental, social and economic impacts assessment for a growing city. Japanese Geotechnical Society Special Publication*, 9(4):148–155.
- [6] Poon, C. S., Yu, A. T. W., Ng, L. H. (2003). *Comparison of low waste building technologies adopted in public and private housing projects in Hong Kong. Engineering, Construction and Architectural Management*, 10(2):88–98.
- [7] Hoang, N. H., Ishigaki, T., Kubota, R., Tong, T. K., Nguyen, T. T., Nguyen, H. G., Yamada, M., Kawamoto, K. (2020). *Waste generation, composition, and handling in building-related construction and demolition in Hanoi, Vietnam. Waste Management*, 117:32–41.
- [8] Giang, H. M., Kiên, T. T., Nga, T. T. V., Giang, N. H. (2023). *Khung quản lý chất thải rắn xây dựng bền vững hạn chế thất thoát tài nguyên trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCVND) - ĐHXDH*, 17(2V):1–11.
- [9] Viet, C. T., Van, T. N., Hoang, G. N., Ken, K. (2019). *Utilization of Construction and Demolition Waste (CDW) for Unbound Road Subbase in Hanoi, Vietnam. Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development*, Springer Singapore, 731–735.
- [10] Quyết định số 491/QĐ-TTg. *Phê duyệt điều chỉnh Chiến lược quốc gia về quản lý tổng hợp chất thải rắn đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050*. Văn bản Chính phủ.
- [11] Hoang, G. M., Fujiwara, T., Pham Phu, T. S., Nguyen, L. D. (2018). *Sustainable solid waste management system using multi-objective decision-making model: a method for maximizing social acceptance in Hoi An city, Vietnam. Environmental Science and Pollution Research*, 26(33):34137–34147.
- [12] Dự án SATREPS - JPMJSA1701. *Thiết lập hệ thống quản lý phế thải xây dựng phù hợp nhằm kiểm soát ô nhiễm môi trường và tăng cường khả năng chế tạo các loại vật liệu mới tái chế từ phế thải xây dựng ở Việt Nam*. Thực hiện bởi Trường Đại học Xây dựng và Trường Đại học Saitama Nhật Bản.
- [13] Số 72/2020/QH14 (2020). *Luật Bảo vệ môi trường*.
- [14] TCKT (2024). *Diện tích sàn xây dựng nhà ở hoàn thành trong năm phân theo địa phương PX-Web - Table*.
- [15] Goedert, J. D., Meadati, P. (2008). Integrating construction process documentation into building information modeling. *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(7):509–516.
- [16] Yeheyis, M., Hewage, K., Alam, M. S., Eskicioglu, C., Sadiq, R. (2012). *An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. Clean Technologies and Environmental Policy*, 15(1):81–91.