



Original Article

# Properties and Potential Application of Urban Sewage Sludge as Construction Material in Da Nang City

Nguyen Xuan Huan<sup>1</sup>, Nguyen Hoang Phat<sup>1</sup>, Tran Thi Minh Hang<sup>1</sup>,  
Hoang Minh Trang<sup>1</sup>, Trinh Dang Mau<sup>2</sup>, Nguyen Manh Khai<sup>1,3,\*</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Science,  
334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

<sup>2</sup>*The University of Education, Danang University, 459 Ton Duc Thang, Da Nang, Vietnam*

<sup>3</sup>*VNU Key Laboratory of Green Environment, Technology and Waste Utilization (GreenLab),  
VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

Received 30 July 2024

Revised 03 September 2024; Accepted 23 October 2024

**Abstract:** Research on sludge properties makes an important contribution to the management and reuse of sludge for different purposes. In this study, 60 sludge samples were sampled from the urban drainage river system in Da Nang city and analyzed for their physical and chemical properties. The results show that the composition of the sludge samples are mainly sand, ranging from 52.2 to 90.1%, pH at slightly acidic to neutral levels, ranged from 4.3 to 6.8, total organic carbon content ranged from 1.1 to 6.0% and there was a large difference within samples. The content of Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ranges from 0.07 to 1.92%. There were 45/60, 31/60, and 26/60 samples with Zn, Pb and Hg contents exceeding the national technical regulation on sediment quality (QCVN 43:2017/BTNMT), respectively, from 1.04 - 2.52, 1.02 – 1.61, and 1.4 – 5.8 times. The As and Cd contents in all research samples were lower than the maximum allowable level (QCVN 43:2017/BTNMT). Ag, Co, and Se content were undetected in all samples. 48/60 sludge samples had phenol content exceeding QCVN 43:2017/BTNMT by 2.38 - 6.91 times. With this result, urban wastewater sludge in Da Nang city could be reused as bricked construction materials for a circular economy.

**Keywords:** Da Nang, sludge, urban, properties, reuse.

\* Corresponding author.

*E-mail address:* [nguyenmanhkhai@hus.edu.vn](mailto:nguyenmanhkhai@hus.edu.vn)

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5190>

# Nghiên cứu một số tính chất của bùn thải đô thị thành phố Đà Nẵng nhằm định hướng tái sử dụng làm vật liệu xây dựng

Nguyễn Xuân Huân<sup>1</sup>, Nguyễn Hoàng Phát<sup>1</sup>, Trần Thị Minh Hằng<sup>1</sup>,  
Hoàng Minh Trang<sup>1</sup>, Trịnh Đăng Mậu<sup>2</sup>, Nguyễn Mạnh Khải<sup>1,3,\*</sup>

<sup>1</sup>Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,  
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng, 459 Tôn Đức Thắng, Đà Nẵng, Việt Nam

<sup>3</sup>Phòng thí nghiệm trọng điểm Công nghệ môi trường xanh và Tái chế chất thải,  
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,  
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 30 tháng 7 năm 2024

Chỉnh sửa ngày 03 tháng 9 năm 2024; Chấp nhận đăng ngày 23 tháng 10 năm 2024

**Tóm tắt:** Nghiên cứu về tính chất bùn thải góp phần quan trọng trong việc quản lý và tái sử dụng bùn thải cho mục đích khác nhau. Nghiên cứu này triển khai lấy 60 mẫu bùn thải trên hệ thống sông thoát nước đô thị tại thành phố Đà Nẵng và phân tích các đặc tính lý hóa học của bùn thải. Kết quả nghiên cứu cho thấy, thành phần cấp hạt của các mẫu bùn chủ yếu là cát, dao động từ 52,2 đến 90,1%, pH dao động từ 4,3 đến 6,8 ở mức axit yếu đến trung tính, hàm lượng tổng cacbon hữu cơ dao động từ 1,1 đến 6,0% và có sự chênh lệch khá lớn giữa các mẫu. Hàm lượng Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> dao động từ 0,07 đến 1,92%. Có 45/60, 31/60 và 26/60 mẫu nghiên cứu có hàm lượng Zn, Pb và Hg vượt quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng trầm tích (QCVN 43:2017/BTNMT) tương ứng từ 1,04-2,52; 1,02-1,61 và 1,4-5,8 lần. Hàm lượng As, Cd trong tất cả các mẫu nghiên cứu đều thấp hơn giới hạn tối đa cho phép theo QCVN 43:2017/BTNMT. Hàm lượng Ag, Co, Se thấp hơn giới hạn phát hiện của phương pháp ở tất cả các mẫu nghiên cứu. 48/60 mẫu bùn nghiên cứu có hàm lượng phenol vượt QCVN 43:2017/BTNMT từ 2,38-6,91 lần. Với kết quả về thành phần và tính chất như trên, bùn thải đô thị thành phố Đà Nẵng có thể tái sử dụng để làm vật liệu xây dựng theo hướng kinh tế tuần hoàn.

*Từ khóa:* Đà Nẵng, bùn thải, đô thị, tính chất, tái sử dụng.

## 1. Mở đầu

Bùn đô thị là hỗn hợp chất rắn và nước phát sinh từ hệ thống thoát nước và nước thải đô thị. Trong khi chính sách gần đây tập trung vào các tiêu chuẩn cao trong xử lý nước thải nhưng lại ít tập trung vào việc quản lý và xử lý bùn thải cũng như thu hồi năng lượng có giá trị. Những yếu tố này rất được quan tâm khi hướng tới một nền

kinh tế tuần hoàn [1]. Bùn thải thoát nước đô thị có thành phần phức tạp, ngoài việc có chứa hàm lượng chất hữu cơ, chất dinh dưỡng cao, bùn thải đô thị còn chứa nhiều chất ô nhiễm tiềm tàng như kim loại nặng, chất hữu cơ khó phân hủy, vi khuẩn gây bệnh, trứng giun sán và có mùi hôi, khó chịu [2-4]. Lượng bùn thải phát sinh từ mạng lưới thoát nước giữa các đô thị rất khác nhau, dao động từ hàng chục nghìn đến hàng trăm nghìn

\* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: nguyenvanmanhkhai@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5190>

m<sup>3</sup>/năm, tùy thuộc vào quy mô đô thị và cấu trúc mạng lưới thoát nước.

Bùn đô thị có độ ẩm lớn nên thường khó khăn trong vận chuyển và xử lý, dễ gây ô nhiễm môi trường. Hiện nay, bùn thải đô thị thành phố Đà Nẵng do Công ty Thoát nước và Xử lý nước thải nạo vét và chuyển giao cho Công ty Cổ phần Môi trường Đô thị Đà Nẵng xử lý. Chi tính riêng bùn thải phát sinh từ quá trình nạo vét kênh mương để phục vụ thoát nước đô thị là 16.796 m<sup>3</sup>/năm. Nếu tính cả bùn thải từ nạo vét luồng tàu, bến cảng thì lượng bùn thải phát sinh hơn 6 triệu m<sup>3</sup>/năm. Bùn thải đô thị được vận chuyển và đưa đi chôn lấp là chính [5]. Tuy nhiên, quỹ đất dành cho chôn lấp bùn thải là có giới hạn do đó cần thiết phải nghiên cứu đề xuất các giải pháp xử lý để có thể thu hồi tài nguyên vật chất, năng lượng từ bùn thải [1]. Việc xử lý bùn thải đô thị có tầm quan trọng song còn với mục tiêu giảm thể tích chôn lấp, cải thiện đặc tính và giảm các tác động xấu đến sức khỏe và môi trường [6]. Việc xử lý bùn thải đô thị đã trở thành mối quan tâm lớn trên toàn thế giới [7]. Vì vậy, việc phát triển các công nghệ xử lý bùn thải đô thị đang trở thành một chủ đề nóng trong thời gian gần đây. Để có cơ sở cho việc đề xuất các phương án xử lý bùn thải tiếp theo, việc nghiên cứu đánh giá thành phần, tính chất của bùn thải đô thị là cần thiết. Nguyễn Mạnh Khải và cộng sự năm 2022 đã nghiên cứu một số tính chất và đánh giá khả năng tái sử dụng của bùn thải đô thị Hà Nội cho thấy hàm lượng Zn và Cr dao động từ 220 - 2.213,9 mg/kg và 24 - 320 mg/kg vượt quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng trầm tích (QCVN 43:2017/BTNMT) từ 1,1 - 7,0 lần và cần phải có giải pháp xử lý phù hợp để vừa xử lý và vừa tái sử dụng một cách an toàn bùn thải này [10]. Theo TCVN 7570:2006, yêu cầu kỹ thuật đối với cốt liệu có cấu trúc đặc chắc dùng chế tạo bê tông và vữa xi măng thông thường thì hàm lượng bùn, bụi, sét < 10%, hàm lượng ion Cl < 0,05%. Theo TCVN 4353:1986, áp dụng cho các loại đất sét (kể cả đất sét nguyên thổ hay hỗn hợp của nhiều loại đất sét) dùng để sản xuất gạch đặc và ngói nung phải có hàm lượng SiO<sub>2</sub> từ 58,0 đến 72,0%. Nghiên cứu này tập trung đánh giá thành phần, tính chất của bùn thải được nạo vét từ mạng lưới

mương, cống thoát nước và một số ao hồ tại thành phố Đà Nẵng nhằm định hướng tái sử dụng làm vật liệu xây dựng.

## 2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Mẫu bùn thải đô thị được thu từ mạng lưới sông, ao, hồ và các kênh mương thoát nước tại thành phố Đà Nẵng trong năm 2023, cụ thể như sau:

12 mẫu bùn được lấy tại các sông Cu Đê, Cẩm Lệ, Hàn, Phú Lộc, Túy Loan, Đô Tỏa được ký hiệu từ ĐN01 - ĐN12.

15 mẫu bùn được lấy tại các ao hồ: Hồ công viên 29/3, Đông Xanh – Đông Nghệ, Hòa Trung, Trước Đông, Âu thuyền Thọ Quang, Bô Đê, Liên Chiêu, Phước Lý, Tây Đà Nẵng, Hà Khánh Bắc, Bàu Tràm và hồ Hòa Minh được ký hiệu từ ĐN13 – ĐN27.

33 mẫu bùn được lấy tại các kênh, mương mang tính đại diện cho mục tiêu thoát nước thuộc các quận huyện của thành phố Đà Nẵng như: huyện Hòa Vang, dọc các đường Ông Ích Đường (quận Cẩm Lệ), Hùng Vương (quận Hải Châu), Điện Biên Phủ, đường Trần Thanh Trung (quận Thanh Khê), Ngô Quyền (quận Sơn Trà), Lê Văn Hiến (quận Ngũ Hành Sơn), Tôn Đức Thắng, Nguyễn Chơn, Nguyễn Như Hạnh, đường số 4 Khu công nghiệp Hòa Khánh, khu đô thị Dragon City Park, khu đô thị Golden Hill (quận Liên Chiêu).

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Lấy và xử lý mẫu bùn

Sử dụng gàu lấy mẫu bùn trầm tích tầng sâu kiểu gàu Ekman để lấy các mẫu bùn theo hướng dẫn tại TCVN 6663-13:2000 (ISO 5667-13:1993) và mẫu được đựng trong túi kín và bảo quản lạnh.

#### 2.2.2. Phương pháp xác định một số tính chất lý, hóa học cơ bản của bùn thải

Với hàm lượng tổng số các kim loại nặng trong bùn thải (As, Ag, Cd, Pb, Ni, Co, Zn, Hg, Se), mẫu được phân hủy bằng axit nitric và định lượng bằng phương pháp quang phổ phát xạ

plasma (ICP-OES). Xác định độ ẩm bằng phương pháp sấy khô đến khối lượng không đổi, pH được xác định bằng cách lắc mẫu với dung dịch muối kali clorua (KCl) 1 mol/L trong 5 phút và để yên sau 2 giờ tiến hành đo pH bằng máy đo pH meter, thành phần cấp hạt được xác định là tỷ lệ của các cấp hạt riêng rẽ bằng phương pháp sa lắng và hút 1 thể tích mẫu bằng phương pháp pipet sau đó làm bay hơi nước, sấy khô và cân khối lượng thu được, SiO<sub>2</sub> được xác định trong môi trường axit (pH =1,0 - 1,5) Si<sup>4+</sup> tác dụng với amoni molipdat tạo thành phức màu vàng, khử phức này sang dạng màu xanh bằng axit ascorbic và đo mật độ quang của dung dịch phức màu xanh ở bước sóng 800 nm, Cl<sup>-</sup> xác định bằng phương pháp chuẩn độ với AgNO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> được xác định bằng cách axit hoá mẫu bởi axit clohidric bằng cách đun sôi với dung dịch bari sunfat lọc qua phễu lọc thủy tinh xốp, rửa hết clorua khỏi kết tủa, sấy ở 105 °C và cân lại khi đã nguội. Sự tăng khối lượng của phễu do kết tủa bari sunfat được tạo thành do phản ứng của ion bari và ion sunfat có trong mẫu có thể xác định được SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, dầu mỡ được xác định bằng cách sử dụng n-hexan làm dung môi chiết xuất dầu mỡ bằng bộ chiết Soxhlet sau đó chiết xuất n-hexan được chưng cất, sấy khô và cân để xác định hàm lượng dầu mỡ theo US EPA Method 9071B, phenol được xác định bằng quy trình sắc ký khí cột mao quản, ống mở, sử dụng phương pháp tiếp cận cột đơn hoặc cột kép/đầu dò kép theo US EPA Method 8041A và tổng các bon hữu cơ được xác định bằng phương pháp chuẩn độ oxi hoá khử với chất oxi hoá là K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Các số liệu phân tích được đo lặp lại 3 lần và lấy kết quả trung bình.

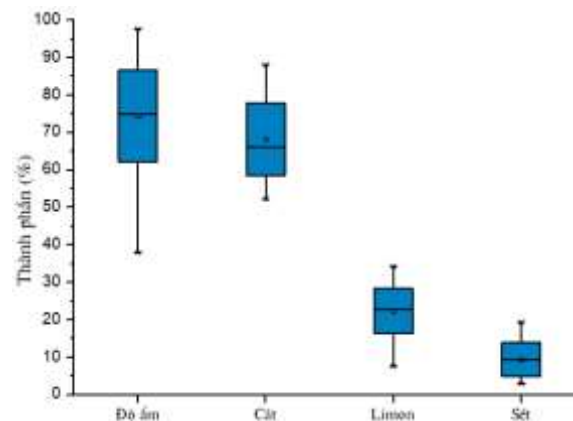
### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Độ ẩm và thành phần cấp hạt của các mẫu bùn

Kết quả phân tích độ ẩm và thành phần cấp hạt của các mẫu bùn được thể hiện ở Hình 1.

Hầu hết các mẫu bùn đô thị tại Đà Nẵng sau quá trình nạo vét đều có độ ẩm cao dao động từ

37,9 - 97,6%, độ ẩm lớn gây khó khăn cho việc thu gom và xử lý. Vì vậy, để tận thu mẫu bùn theo định hướng làm vật liệu xây dựng cần có giải pháp tách nước, ổn định và làm khô bùn. Thành phần cấp hạt của bùn thải có ý nghĩa quan trọng trong việc nghiên cứu khả năng tận thu bùn cho mục đích làm vật liệu xây dựng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mẫu bùn có thành phần cấp hạt chủ yếu là cát (52,2-88,1%). Mẫu bùn lấy tại các sông, kênh mương có thành phần cấp hạt cát lớn hơn các mẫu bùn tại ao hồ từ 1,15-1,47 lần. Thành phần cấp hạt limon dao động từ 7,5-34,3%. Thành phần cấp hạt sét chiếm tỷ lệ nhỏ nhất và dao động từ 3,0-19,3%. Mẫu bùn tại các ao hồ có thành phần cấp hạt sét lớn hơn các mẫu bùn tại kênh mương từ 1,29-3,47 lần. Kết quả nghiên cứu về độ ẩm và thành phần cấp hạt của bùn thải đô thị thành phố Đà Nẵng có xu thế biến đổi tương tự so với kết quả nghiên cứu của bùn thải đô thị thành phố Hà Nội [10]. Các mẫu bùn có thành phần cấp hạt cát cao đều thuận lợi cho định hướng tận thu làm vật liệu xây dựng.

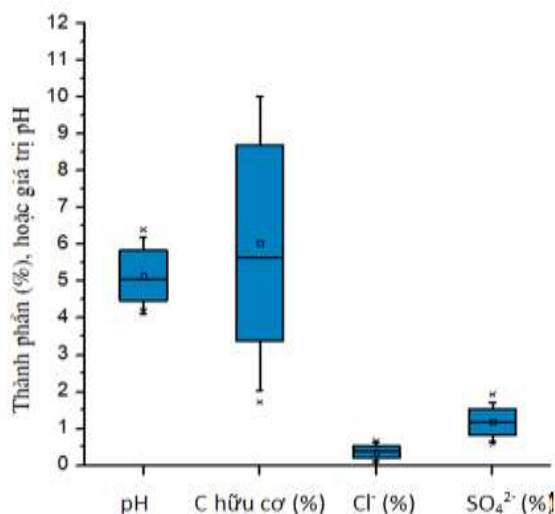


Hình 1. Độ ẩm và thành phần cấp hạt của mẫu bùn.

#### 3.2. Một số tính chất hóa - lý cơ bản của mẫu bùn

Kết quả phân tích một số tính chất hóa - lý cơ bản của mẫu bùn được thể hiện tại Hình 2.

Kết quả phân tích tại Hình 2 cho thấy giá trị pH trong các mẫu bùn thải đô thị tại thành phố Đà Nẵng khá ổn định ở mức hơi axit đến gần trung tính, dao động từ 4,2 đến 6,4 rất thuận lợi cho định hướng tận thu làm vật liệu xây dựng.



Hình 2. Một số tính chất hoá - lý cơ bản của mẫu bùn.

Theo kết quả nghiên cứu một số tính chất và đánh giá khả năng tái sử dụng của bùn thải đô thị Hà Nội của Nguyễn Mạnh Khải và cộng sự năm 2022 thì giá trị pH trong bùn thải đô thị thành phố Hà Nội dao động từ 6,89 đến 7,65 [10], giá trị pH trong bùn thải đô thị thành phố Đà Nẵng thấp hơn từ 1,2 - 1,62 lần. Hàm lượng các bon hữu cơ tổng số có sự dao động rất lớn trong các mẫu bùn từ 1,7 - 15,2%. Đối với các mẫu bùn có hàm lượng các bon hữu cơ thấp (dưới 5%) có thể định hướng làm vật liệu xây dựng không nung sau khi phối trộn với đá mạt và xi măng. Đối với các mẫu bùn có hàm lượng các bon hữu cơ cao nên định hướng nghiên cứu tận thu và phối trộn với các nguyên vật liệu khác như đất sét để làm vật liệu xây dựng có nung nhằm tận dụng nhiệt trị sẵn có trong mẫu bùn để giảm lượng than sử dụng trong làm gạch nung. Hàm lượng Cl<sup>-</sup> và SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> tương ứng dao động từ 0,07-0,66% và 0,59-1,92%. So sánh hàm lượng Cl<sup>-</sup> và SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> với kết quả nghiên cứu một số tính chất và đánh giá khả năng tái sử dụng của bùn thải đô thị Hà Nội của Nguyễn Mạnh Khải và cộng sự năm 2022 thì hàm lượng Cl<sup>-</sup> và SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> trong bùn thải đô thị thành phố Đà Nẵng cao hơn từ 1,37-1,43 lần. Dựa vào kết quả phân tích hàm lượng Cl<sup>-</sup> và SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> có thể đánh giá bùn thải đô thị thành phố Đà Nẵng đã bị nhiễm mặn ở mức mặn ít đến mặn trung bình. Hàm lượng Cl<sup>-</sup> đã vượt TCVN 7570

: 2006, yêu cầu kỹ thuật đối với cốt liệu cho bê tông và vữa từ 1,4-13,2 lần. Theo yêu cầu kỹ thuật đối với cốt liệu cho bê tông và vữa nếu cát có hàm lượng ion Cl<sup>-</sup> lớn hơn 0,05% vẫn có thể được sử dụng nếu tổng hàm lượng ion Cl<sup>-</sup> trong 1 m<sup>3</sup> bê tông từ tất cả các nguồn vật liệu chế tạo, không vượt quá 0,6 kg. Vì vậy, để tận thu được bùn thải này vào sản xuất vật liệu xây dựng không nung đảm bảo tiêu chuẩn TCVN 7570: 2006 cần nghiên cứu phối trộn với các nguyên vật liệu và phụ gia khác để tổng hàm lượng ion Cl<sup>-</sup> trong 1 m<sup>3</sup> bê tông từ tất cả các nguồn vật liệu chế tạo, không vượt quá 0,6 kg hoặc phải có phương pháp loại bỏ bớt Cl<sup>-</sup> trước khi tận thu làm vật liệu xây dựng không nung.

### 3.3. Hàm lượng một số kim loại nặng trong bùn thải đô thị

Kết quả phân tích hàm lượng của một số kim loại nặng trong bùn thải được thể hiện ở Hình 3.

Kết quả nghiên cứu cho thấy:

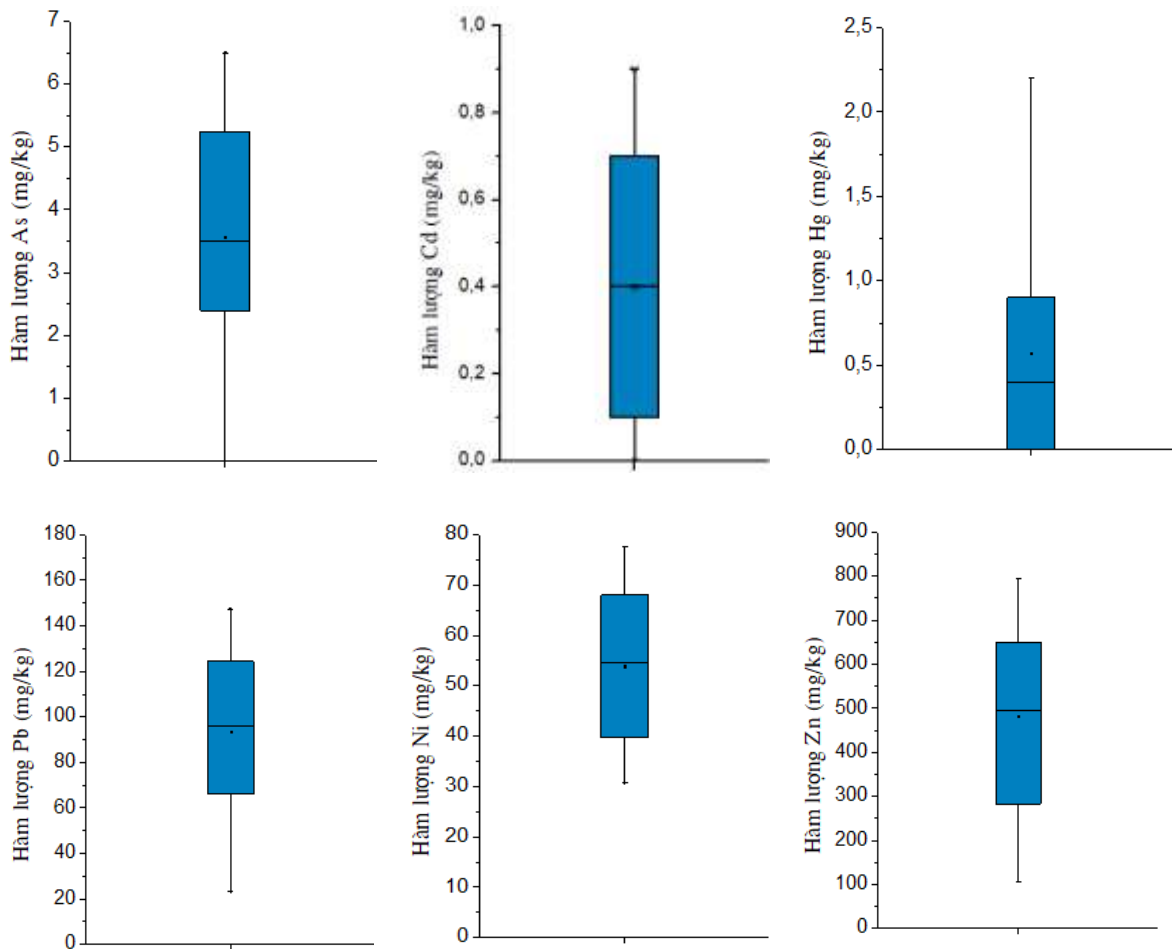
- Có 45/60 và 31/60 mẫu bùn thải đô thị thành phố Đà Nẵng có hàm lượng Zn và Pb ở mức cao tương ứng dao động từ 327-795 mg Zn/kg và 93,3-147,4 mg Pb/kg, vượt tiêu chuẩn QCVN 43:2017/BTNMT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng trầm tích) tương ứng từ 1,04-2,52 lần (Zn) và 1,02-1,61 lần (Pb). So sánh kết quả nghiên cứu này với kết quả nghiên cứu bùn thải đô thị thành phố Hà Nội [10] cho thấy, bùn thải đô thị thành phố Đà Nẵng có hàm lượng Pb cao hơn và bắt đầu bị ô nhiễm tuy nhiên hàm lượng Zn thì lại có kết quả thấp hơn mặc dù cũng có đến 75% số mẫu nghiên cứu đã vượt tiêu chuẩn. Đặc biệt là hàm lượng Hg trong các mẫu bùn thải nghiên cứu dao động từ không phát hiện đến 2,9 mg/kg. Trong 60 mẫu nghiên cứu thì có 26 mẫu có hàm lượng Hg đã vượt QCVN 43:2017/BTNMT từ 1,4-5,8 lần.

- Hàm lượng As và Cd trong bùn thải đô thị thành phố Đà Nẵng tương ứng dao động từ dưới ngưỡng phát hiện đến 6,5 và 0,9 mg/kg. Có 6/60 mẫu nghiên cứu có hàm lượng As và 12/60 mẫu nghiên cứu có hàm lượng Cd dưới ngưỡng phát hiện. Hàm lượng As và Cd trong tất cả các mẫu nghiên cứu đều thấp hơn giới hạn tối đa cho phép theo QCVN 43:2017/BTNMT.

- Tất cả các mẫu bùn thải đô thị thành phố Đà Nẵng được nghiên cứu đều có hàm lượng Ag, Co, Se là rất thấp ở dưới ngưỡng phát hiện của phương pháp phân tích.

- Các mẫu bùn có hàm lượng kim loại nặng cao, vượt ngưỡng QCVN 43:2017/BTNMT không phù hợp với mục đích làm vật liệu san nền (trực tiếp), cần phải có các phương pháp xử lý phù hợp như đóng rắn dưới dạng bê tông hoá để

cố định chặt các kim loại nặng này. Một trong các phương pháp xử lý này là sử dụng bùn thải này thay thế 1 phần nguyên liệu để sản xuất vật liệu xây dựng không nung hoặc làm nguyên liệu cho sản xuất gốm xây dựng có nung vừa giải quyết được xử lý bùn thải chứa kim loại nặng cao, vừa tái sử dụng được bùn thải làm nguyên liệu sản xuất theo hướng kinh tế tuần hoàn.



Hình 3. Hàm lượng một số kim loại nặng trong bùn thải đô thị.

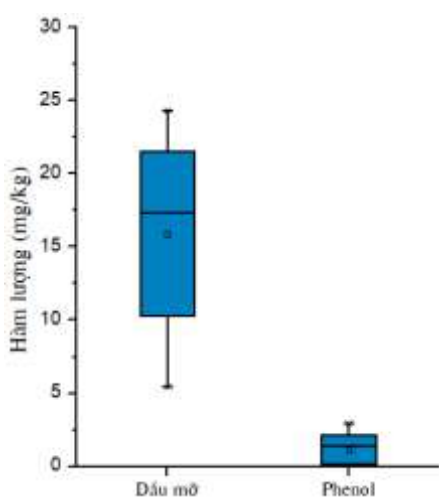
### 3.4. Hàm lượng dầu mỡ và phenol

Kết quả phân tích hàm lượng dầu mỡ và phenol trong bùn thải được thể hiện ở Hình 4.

Kết quả nghiên cứu tại Hình 4 cho thấy, hàm lượng dầu mỡ trong bùn dao động từ 5,4-24,3 mg/kg. Theo Tahhan và cộng sự (2011) thì dầu

mỡ trong bùn thải có nhiều nguồn liên quan đến việc sử dụng phổ biến các dẫn xuất dầu mỏ trong các lĩnh vực thương mại khác nhau và có thể thoát ra qua sử dụng nhiên liệu, chất bôi trơn của các phương tiện trên đường và khu vực trạm xăng dầu, chúng chỉ bị phân hủy một phần, cuối cùng tích tụ trong bùn thải [11]. Hàm lượng

phenol trong bùn dao động từ dưới ngưỡng phát hiện đến 2,9 mg/kg. Trong 60 mẫu bùn thải đô thị thành phố Đà Nẵng được lấy nghiên cứu thì chỉ có 12/60 mẫu có hàm lượng phenol rất nhỏ, dưới ngưỡng phát hiện của phương pháp phân tích, 48/60 đều phát hiện có hàm lượng phenol dao động từ 1,0 - 3,0 mg/kg, vượt tiêu chuẩn cho phép theo QCVN 43:2017/BTNMT từ 2,38 - 6,91 lần. Phenol không thể phân hủy sinh học, hấp thụ hiệu quả qua da, có độc tính cao và gây đột biến ở nồng độ cao hơn. Các hợp chất phenolic bao gồm rất nhiều chất. Hơn 8000 hợp chất phenolic được chiết xuất từ các nguồn tự nhiên trên toàn cầu [8]. Kết quả nghiên cứu này cho thấy, với các mẫu bùn bị nhiễm dầu mỡ và phenol thì nên có giải pháp xử lý để sử dụng làm vật liệu xây dựng để cố định hoặc hạn chế các chất độc hại này ra ngoài môi trường.



Hình 4. Hàm lượng dầu mỡ và phenol trong bùn.

### 3.5. Khả năng làm nguyên liệu cho vật liệu xây dựng nung

Từ các kết quả nghiên cứu trên cho thấy với bùn thải đô thị nạo vét từ ao hồ ở dạng đặc, sệt, có cấu trúc, hàm lượng chất hữu cơ, hàm lượng sét cao. Bùn thải đô thị sau khi được xử lý sơ bộ có khả năng sử dụng để thay thế một phần nguyên liệu đất sét để làm nguyên liệu cho sản xuất gạch nung trong xây dựng (gốm xây dựng). Đối với các mẫu bùn thải đô thị có hàm lượng chất hữu cơ cao, khi sử dụng chúng để thay thế

một phần cho nguyên liệu sản xuất gạch nung, chất hữu cơ trong bùn thải có thể giúp làm giảm tiêu thụ nhiên liệu do năng lượng được giải phóng khi chất hữu cơ trong bùn được đốt cháy [12, 13]. Theo Chou và cộng sự đã tiến hành nghiên cứu sự thổi rửa các kim loại nặng trong gạch nung được sản từ chất thải có theo phương pháp EPA 1320 cho thấy hàm lượng các kim loại thổi rửa từ gạch thấp hơn nhiều so với ngưỡng quy định của nước Mỹ [14].

## 4. Kết luận

Mẫu bùn có thành phần cấp hạt chủ yếu là cát (52,2 - 88,1%), độ ẩm dao động từ 37,9 - 97,6%, giá trị pH ở mức hơi axit đến gần trung tính, dao động từ 4,2 - 6,4. Hàm lượng các bon tổng số có sự dao động lớn từ 1,7 - 15,2%. Hàm lượng  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  tương ứng dao động từ 0,07 - 0,66% và 0,59 - 1,92%, bùn thải đô thị thành phố Đà Nẵng đã bị nhiễm mặn ở mức mặn ít đến mặn trung bình. Có 45/60 bùn có hàm lượng Zn và 31/60 mẫu bùn có hàm lượng Pb đã vượt tiêu chuẩn QCVN 43:2017/BTNMT tương ứng từ 1,04 - 2,52 và 1,02 - 1,61 lần. 26/60 mẫu có hàm lượng Hg vượt QCVN 43:2017/ BTNMT từ 1,4 - 5,8 lần. Hàm lượng As và Cd trong tất cả các mẫu nghiên cứu đều thấp hơn giới hạn tối đa cho phép theo QCVN 43:2017/BTNMT. Hàm lượng Ag, Co, Se là rất thấp ở dưới ngưỡng phát hiện ở tất cả các mẫu nghiên cứu. 48/60 có hàm lượng phenol dao động từ 1,0-3,0 mg/kg, vượt tiêu chuẩn cho phép theo QCVN 43:2017/BTNMT từ 2,38- 6,91 lần. Các mẫu bùn có hàm lượng kim loại nặng, dầu mỡ và phenol cao, vượt ngưỡng QCVN 43:2017/ BTNMT thì không phù hợp với mục đích làm vật liệu san nền (trực tiếp), cần phải có các phương pháp xử lý phù hợp để cố định chặt chúng tránh bị rửa trôi ra ngoài môi trường.

## Lời cảm ơn

Công trình được hoàn thành dưới sự hỗ trợ kinh phí của đề tài mã số TNMT.2023.05.05, các tác giả xin trân trọng cảm ơn. TS. Hoàng Minh Trang được tài trợ bởi Chương trình học bổng

sau tiến sĩ trong nước của Quỹ đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), mã số VINIF.2023.STS.36.

### Tài liệu tham khảo

- [1] N. Anderson, R. Snaith, G. Madzharova, J. Bonfait, L. Doyle, A. Godley, M. Lam, G. Day, Sewage Sludge and the Circular Economy, European Environment Agency, Contract No 3415/B2020. EEA.58102.
- [2] C. V. Hung, Research on the Transformation of Some Polluting Factors in the Process of Stabilizing Sewage Sludge Combined with Organic Waste by Hot Fermentation Method, Doctoral Thesis, Department of Chemistry, VNU University of Sciences, 2014.
- [3] T. D. Ha, Sludge Management in Urban Drainage Systems, Construction Newspaper, Vol. 38, 2019, pp. 38-42.
- [4] L. Campanella, E. Cardarelli, T. Ferri, B. M. Petronio, A. Pupella, Evaluation of Heavy Metals Speciation in an Urban Sludge I. Batch Method, Science of The Total Environment, Vol. 61, 1987, pp 217-228, [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(87\)90369-X](https://doi.org/10.1016/0048-9697(87)90369-X).
- [5] P. T. K. Thuy, D. G. Duc, T. V. Quang. Sewage Sludge in Danang City: Current State and Treatment by Anaerobic Digestion, Journal of Science and Technology University of Danang, No. 7(116), 2017.
- [6] L. Appels, J. Baeyens, J. Degrève, R. Dewil, Principles and Potential of the Anaerobic Digestion of Waste-Activated Sludge, Prog. Energy Combust. Sci, Vol. 34, No. 6, 2008, pp. 755-781, <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2008.06.002>.
- [7] R. P. Singh, M. Agrawal, Potential Benefits and Risks of Land Application of Sewage Sludge, Waste Manag, Vol. 28, No. 2, 2008, pp. 347-358, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.12.010>.
- [8] R. A. Tahhan, T. G. Ammari, S.J. Goussous, H. I. A. Shdaifat. Enhancing the Biodegradation of Total Petroleum Hydrocarbons in Oily Sludge by a Modified Bioaugmentation Strategy, Int. Biodeterior, Biodegrad. Vol. 65, Iss. 1, 2011, pp. 130-134, <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2010.09.007>.
- [9] Y. You, Z. He. Phenol Degradation in Iron-Based Advanced Oxidation Processes Through Ferric Reduction Assisted by Molybdenum Disulfide, Chemosphere, Vol. 312, Part 1, 2023, pp. 137278, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137278>.
- [10] N. M. Khai, N. X. Huan, T. T. M. Hang, P. T. Thuy, Research on some Properties and Evaluate the Reusing Ability of Urban Sewage Sludge in Hanoi City. Proceedings of the 5<sup>th</sup> National Conference on Sustainable Earth, Mining, and Environmental Science: Earth, Mining, and Environmental Science and Technology for Innovation and Improving National Competitiveness, 2022, pp. 243-250.
- [11] L. M. Huault, Analyzing Hydrocarbons in Sewer to Help in PAH Source Apportionment in Sewage Sludges, Chemosphere, Vol. 75, Iss. 8, 2009, pp. 995-1002, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.01.059>.
- [12] D. T. T. Huyen, P. T. N. Lan, P. T. Thuy, N. X. Huan, T. T. H. Nga, N. M. Khai, Effect of Biowaste and Construction Waste Additives on Mechanical dewaterability of Lake Sediment For Brick Production, Journal of Air & Waste Management Association, Vol. 73, No. 8, 2023, pp. 625-637, <https://doi.org/10.1080/10962247.2023.2228265>.
- [13] N. N. Hoa, D. T. T. Huyen, P. T. N. Lan., N. X. Huan, T. T. Kien, P. T. Thuy, N. M. Khai T. T. M. Hang, Effective Sludge Management: Reuse of Biowaste and Sewer Sediments for Fired Bricks, Journal of the Air & Waste Management Association, Vol. 74, No. 7, pp. 478-489, <https://doi.org/10.1080/10962247.2024.2369294>.
- [14] M. I. Chou, V. Patel, C. J. Laird, K. K. Ho, Chemical and Engineering Properties of Fired Bricks Containing 50 Weight Per Cent of Class F Fly Ash, Energy Sources, Vol. 23, 2001, pp. 665-673, <https://doi.org/10.1080/00908310119850>.