



Ứng dụng GIS trong thu gom, vận chuyển chất thải rắn sinh hoạt ở một số quốc gia trên thế giới và Việt Nam – Gợi ý đề xuất cho thành phố Cần Thơ

TRẦN THỊ YẾN KHOA, PHAN NGỌC KHÁNH VINH

Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

LÊ XUÂN QUỲNH, NGUYỄN QUỐC KHUƠNG

Đại học Kinh tế TP Hồ Chí Minh phân hiệu Vĩnh Long

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, lượng chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) phát sinh từ sinh hoạt cũng như các hoạt động sản xuất của con người ngày càng nhiều và mức độ gây ô nhiễm môi trường ngày càng nghiêm trọng. Quản lý chất thải rắn ở khu vực thành thị là một trong những vấn đề nổi bật nhất cần được giải quyết ở các quốc gia đang phát triển (Afroz và cộng sự, 2011; Palansooriya và cộng sự, 2019). Việc ứng dụng các kỹ thuật mới như GIS trong quản lý CTRSH đã trở nên dễ dàng hơn và đang có xu hướng phát triển. GIS là công cụ có thể cung cấp những thông tin không gian cho công tác quy hoạch và quản lý CTRSH, hỗ trợ xử lý, truyền tải thông tin nhanh chóng và khoa học. GIS với tính năng xây dựng bản đồ, đánh giá môi trường và tạo liên kết với mô hình mô phỏng, giúp nhà quản lý tiết kiệm thời gian và chi phí khi ứng dụng vào quản lý các hoạt động thu gom chất thải.

Là thành phố trực thuộc Trung ương ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), Cần Thơ là nơi tập trung của hầu hết các cơ quan ban ngành, đồng thời là trung tâm văn hóa, kinh tế, chính trị và giáo dục lớn nhất ở ĐBSCL. Tại TP Cần Thơ, hiện trạng thu gom rác thải đến điểm tập kết rác còn khó khăn và đặc biệt tại các điểm tập kết rác đã quá tải, có nơi rác tràn ra đường gây cản trở giao thông, ô nhiễm môi trường và mất cảnh quan đô thị (Công ty CP Đô thị Cần Thơ, 2023). Các nghiên cứu trước đây chủ yếu là công bố những kết quả nghiên cứu về một vài công đoạn trong công tác quản lý CTRSH và tính toán lượng phát thải phát sinh từ CTRSH tại các địa bàn nghiên cứu, nhưng chưa có những giải pháp khắc phục những điểm yếu trong công tác quản lý CTRSH nhằm tiết kiệm thời gian, hiệu quả thông qua ứng dụng công nghệ tiên tiến (Dũng và cộng sự 2021; Lành và cộng sự, 2011; Ngân và cộng sự, 2014), đặc biệt việc ứng dụng GIS trong việc thu gom, vận chuyển CTRSH tại TP Cần Thơ vẫn chưa được nghiên cứu sâu. Do đó, tại TP Cần Thơ nói riêng và các khu vực khác của nước ta nói chung cần vận dụng công nghệ hiện đại nhằm hỗ trợ trong việc quản lý CTRSH.

Để có bức tranh tổng quan về ứng dụng của GIS trong việc thu gom, vận chuyển CTRSH, trên cơ sở phát huy các tính năng vốn có của công cụ để tối ưu hóa quản lý các dữ liệu và chi phí, lợi ích quản lý CTRSH, bài viết tập trung phân tích kinh nghiệm sử dụng GIS trong thu gom, vận chuyển CTRSH ở một số quốc gia trên thế giới và Việt Nam, trên cơ sở đó rút ra một số bài học kinh nghiệm và định hướng phát triển hiệu quả công nghệ GIS tại TP Cần Thơ.

2. MÔ HÌNH DỰA TRÊN GIS NHẪM TỐI ƯU HÓA CHI PHÍ THU GOM, VẬN CHUYỂN CTRSH Ở MỘT SỐ QUỐC GIA TRÊN THẾ GIỚI

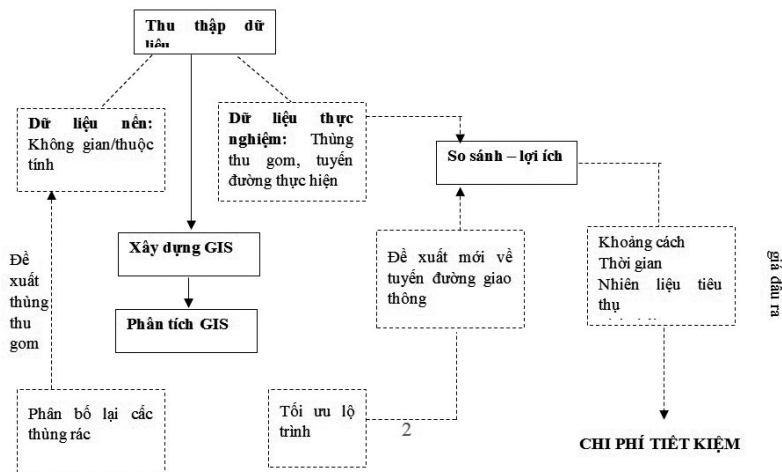
Kinh nghiệm ở một số quốc gia trên thế giới cho thấy, GIS là công cụ hiệu quả, được ứng dụng thành công trong quy hoạch phân bố thùng rác, điểm tập kết và tuyến đường giao thông tại nhiều TP lớn. Bài viết phân tích một số ứng dụng GIS nhằm tối ưu hóa chi phí thu gom, vận chuyển CTRSH tại một số quốc gia trên thế giới:

2.1. Tại Hy Lạp

Công nghệ GIS được sử dụng để phát triển phương pháp luận nhằm tối ưu hóa việc thu gom CTRSH. Phương pháp này sử dụng nhiều dữ liệu địa lý khác nhau (phân bố mật độ dân cư, ranh giới các khu vực, mạng lưới đường bộ, vị trí thùng rác, lịch trình thu gom, tốc độ xe, mức độ tiêu thụ nhiên liệu, mục đích sử dụng đất...) trên công cụ GIS và được thực hiện theo phương pháp đề xuất tại Hình 1. Mô hình được áp dụng trong nghiên cứu điển hình tại khu vực thu gom CTRSH của khu vực MoN, Athens, Hy Lạp. Nghiên cứu đã chứng minh giá trị của công nghệ GIS như một công cụ tối ưu hóa thu gom rác thải, có khả năng hướng dẫn việc ra quyết định (Chalkias & Lasaridi, 2009) Hình 1.

2.2. Tại Ghana

Nghiên cứu của Abdulai và cộng sự (2015) chứng minh cách GIS và GPS có thể được sử dụng để nâng cao việc ra quyết định về quản lý CTRSH và nước. Việc tạo ra các cơ sở dữ liệu địa lý GIS và bản đồ cho thị trấn Wa có thể được các nhà quản lý CTRSH và tài nguyên nước sử dụng để quản lý CTRSH và nước dưới đất.



Hình 1. Hệ thống dữ liệu và phương pháp thực hiện (Chalkias & Lasaridi, 2009)

Từ dữ liệu thu thập được, một phân tích về hiệu quả thu gom của hệ thống thu gom của TP Wa đã được tiến hành dựa trên thực trạng vị trí đặt thùng chứa CTRSH trong cộng đồng và việc đổ chất thải xuống đất gây ra tình trạng ô nhiễm nguồn nước dưới đất. Kết quả cho thấy, tình trạng quản lý kém ở một số lượng đáng kể (khoảng 67%) các địa điểm tập kết và xử lý CTRSH và có 15% các lỗ khoan cơ giới không đáp ứng được yêu cầu về khoảng cách tối thiểu (≥ 100 m) của mô hình.

Kết quả nghiên cứu này cho thấy, việc thu gom, vận chuyển CTRSH ở các nước đang phát triển có thể được cải thiện bằng cách sử dụng các công nghệ GIS và GPS. Ngoài ra, nghiên cứu này cũng minh chứng, CTRSH ở các quận đang phát triển có thể được cải thiện bằng cách sử dụng công nghệ GIS. Cách tiếp cận được sử dụng cho thị trấn Wa có thể được sao chép ở nhiều TP và thị trấn đô thị khác ở Ghana.

2.3. Tại Bangladesh

Ứng dụng GIS để xuất một số mô hình bao gồm: việc di dời các thùng chứa chất thải CTRSH hiện có, đồng thời tối ưu hóa và lựa chọn các tuyến thu gom chất thải cho khu vực nghiên cứu nhằm đạt được mục tiêu thu gom CTRSH hiệu quả. Nghiên cứu này cũng chỉ ra rằng việc áp dụng GIS là một công cụ hiệu quả và chi phí thấp để nghiên cứu và lựa chọn địa điểm đổ CTRSH phù hợp nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình đề xuất vị trí thu gom, tuyến đường vận chuyển CTRSH. Nghiên cứu cũng đề xuất các địa điểm xử lý chất thải tiềm năng với việc tối ưu hóa tuyến đường sử dụng kỹ thuật GIS để quản lý CTRSH tốt hơn cho TP Dhaka. Sử dụng GIS, những người thu gom CTRSH thải rắn có thể giải quyết các vấn đề cơ bản trong quản lý CTRSH thải rắn như xác định sự phân bố phát sinh CTRSH thải trong một khu vực và tuyến đường tối ưu để xử lý. Điều này có thể đạt được bằng cách xem xét các yếu tố ảnh hưởng đến việc lựa chọn địa điểm xử lý như địa hình, địa chất, khu định cư, sử dụng đất, các vùng nước và mạng lưới đường bộ (Ntarangwi & Odera, 2015).

2.4. Tại Qatar

Nghiên cứu ứng dụng GIS trong quản lý CTRSH, nghiên cứu đã thu thập các dữ liệu phân tích như: Xác định vị trí thùng rác bằng GPS và đánh dấu trên bản đồ; Ghi lại số lượng thùng rác tại khu vực nghiên cứu; Theo dõi lượng rác thải phát sinh ở nhiều nơi khác nhau; Tạo bản đồ xác định vị trí các thùng và khoảng cách giữa chúng; Ghi lại cách thu gom rác thải từ thùng rác; Theo dõi loại xe và thiết bị được sử dụng để thu gom rác thải; Xác định xem có khu vực nào trưng bày hàng hóa để đựng thùng rác hay không; Các số khác nhau được phân bổ cho vị trí của các thùng để dễ dàng nhận dạng chúng (Balakrishnan et al., 2019). Các thông tin thu thập được phân tích sâu hơn tại các bước ở Hình 2. Kết quả cho thấy, việc ứng dụng GIS có thể giảm khối lượng công việc và tiết kiệm thời gian. Điều này có thể giúp chính quyền TP Qatar tạo ra chiến lược quản lý CTRSH hiệu quả hơn (Balakrishnan et al., 2019)

2.5. Tại Nhật Bản

Ứng dụng GIS trong việc phân tích đa tiêu chí để quản lý CTRSH, kết quả cho thấy mô hình này sẽ giúp quản lý CTRSH bằng cách sử dụng cơ sở dữ liệu địa lý không gian để lựa chọn địa điểm xử lý chất thải phù hợp, trong đó bao gồm vị trí của các địa điểm xử lý chất thải hữu cơ - vị trí ủ phân. Trong nghiên cứu của Akther và cộng sự (2016), một số dữ liệu được thu thập để phân tích bao gồm: địa điểm phát sinh CTRSH, mạng lưới đường bộ, các yếu tố nhạy cảm môi trường, nguyên nhân thải bỏ CTRSH không đúng quy định, việc phân loại CTRSH. Dựa vào các dữ liệu trên, nghiên cứu đã sử dụng phương pháp phân tích đa tiêu chí để xác định các địa điểm xử lý CTRSH phù hợp và lựa chọn các địa điểm ủ phân để thúc đẩy nông nghiệp bền vững.

Ngoài ra, nghiên cứu còn đề xuất giải pháp nhằm thúc đẩy mục tiêu phát triển bền vững thông qua sự tham gia của cộng đồng để làm giảm CTRSH bằng các kỹ thuật phân loại tại nguồn và chuyển đổi chất thải (tái chế, tái sử dụng). Điều này cho thấy, phân tích dựa trên GIS đã xác



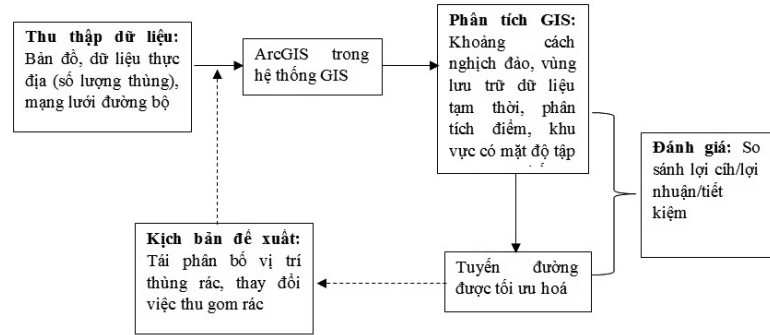
định được các điểm thu gom CTRSH không phù hợp, bao gồm cả tính nhạy cảm của vị trí đó, trên cơ sở đó, đề xuất việc di dời các điểm thu gom CTRSH không phù hợp và bố trí số lượng thùng rác cần thiết theo lượng CTRSH phát sinh (Akther và cộng sự, 2016).

Việc ứng dụng GIS đã chứng minh vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa chi phí thu gom và vận chuyển CTRSH ở một số quốc gia trên thế giới về việc xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu; xây dựng kịch bản thu gom, vận chuyển CTRSH nhằm tối ưu hóa chi phí; tích hợp GIS với các công nghệ thông minh khác. Bài học từ kinh nghiệm quốc tế cho thấy, để đạt được hiệu quả này, việc xây dựng mô hình GIS cần xem xét một loạt các yếu tố then chốt. Trước hết, dữ liệu đầu vào chi tiết và chính xác về vị trí phát sinh CTRSH, khối lượng ước tính, mạng lưới giao thông, vị trí các trạm trung chuyển và cơ sở xử lý, địa hình, thông tin về đội xe và các quy định liên quan là nền tảng không thể thiếu. Mục tiêu tối ưu hóa cần được xác định rõ ràng, có thể là giảm thiểu quãng đường, thời gian, chi phí nhiên liệu và nhân công, cân bằng tải trọng hoặc tối ưu hóa tần suất thu gom.

3. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP ỨNG DỤNG VÀ PHÁT TRIỂN GIS TRONG THU GOM, VẬN CHUYỂN CTRSH

3.1. Một số nghiên cứu về GIS trong thu gom, vận chuyển CTRSH tại Việt Nam

Nghiên cứu của Lành và cộng sự (2011) đã ứng dụng GIS và GPS để hỗ trợ công tác quan trắc hệ thống thu gom và trung chuyển CTRSH tại TP Cần Thơ. Nghiên cứu còn thấy, GIS và GPS đã hỗ trợ đắc lực công tác quản lý hệ thống thu gom và trung chuyển CTRH. Nghiên cứu của Oanh và cộng sự (2017) đã ứng dụng GIS thành lập bản đồ chuyên đề CTRSH tại quận Hoàng Mai, TP Hà Nội, nghiên cứu đã thu thập và hệ thống hóa các dữ liệu thực tế, bao gồm sản lượng CTRSH hàng ngày, nguồn lực (nhân công, phương tiện) và vị trí các điểm tập kết, đã tạo cơ sở cho



Hình 2. Các bước phân tích dữ liệu (Balakrishnan và cộng sự, 2019)

việc đánh giá toàn diện công tác quản lý CTRSH. Trên cơ sở đó, cơ quan quản lý có thể nhận diện rõ ràng các vấn đề tồn tại và có thể xây dựng và thực hiện các biện pháp khắc phục nhằm giảm thiểu tối đa những ảnh hưởng tiêu cực của chất thải rắn đến môi trường của quận. Cũng theo nghiên cứu của Quỳnh và cộng sự (2021) đã phân tích một số kinh nghiệm thực tế và khả năng ứng dụng GIS trong quản lý tài nguyên và môi trường, trong đó có việc quản lý CTRSH tại Việt Nam.

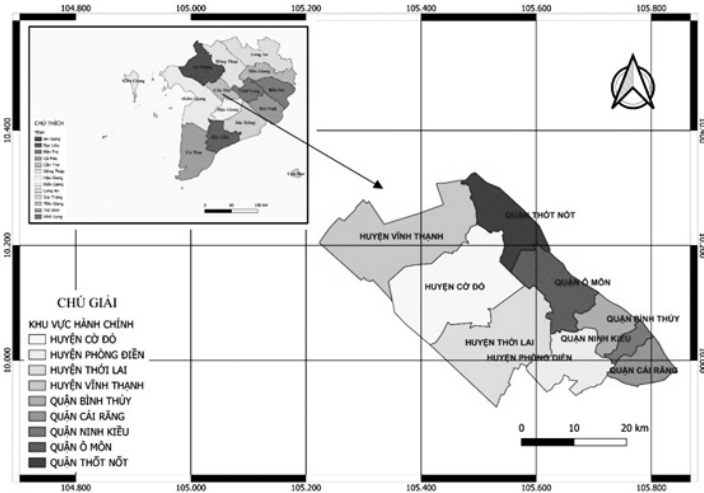
3.2. Một số giải pháp ứng dụng và phát triển GIS trong thu gom, vận chuyển CTRSH tại TP Cần Thơ

TP Cần Thơ là TP trực thuộc Trung ương, nằm ở vị trí trung tâm của vùng đồng bằng sông Cửu Long.

Việc định hướng phát triển GIS trong thu gom, vận chuyển CTRSH tại TP Cần Thơ cần tập trung vào việc xây dựng một hệ thống thông tin địa lý toàn diện, tích hợp và có khả năng hỗ trợ ra quyết định hiệu quả cho các cơ quan quản lý và đơn vị thực hiện. Trên cơ sở kế thừa các nghiên cứu trên thế giới và Việt Nam, nhóm nghiên cứu đề xuất một số định hướng phát triển việc ứng dụng GIS trong thu gom, vận chuyển CTRSH tại TP Cần Thơ như sau:

Thứ nhất, cần xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu. Định hướng xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu đóng vai trò cốt lõi trong việc hiện thực hóa tiềm năng của GIS trong việc thu gom và vận chuyển CTRSH nói chung và quản lý CTRSH tại TP Cần Thơ nói riêng. Hệ thống cơ sở dữ liệu cần được thiết kế theo mô hình đối tượng địa lý nhằm quản lý hoạt động thu gom, vận chuyển CTRSH như: điểm phát sinh CTRSH, bố trí thùng rác, tuyến đường, điểm tập kết, trạm trung chuyển và nơi xử lý, các dữ liệu này được biểu diễn dưới dạng các lớp dữ liệu vector (point – điểm, line – đường, polygon – vùng) với các thuộc tính phi không gian nhằm dễ dàng quản lý thông tin và thay thế cho các phương pháp quản lý rời rạc, thủ công, giúp giảm thiểu sai sót, trùng lặp dữ liệu và tiết kiệm thời gian tìm kiếm thông tin. Đồng thời, các nhà quản lý có thể giám sát hệ thống, từ vị trí các điểm phát thải, tuyến đường vận chuyển, đến vị trí các trạm trung chuyển và khu xử lý CTRSH. Điều này tạo điều kiện thuận lợi cho việc ra quyết định dựa trên dữ liệu, nâng cao hiệu quả hoạt động, giảm thiểu chi phí hoạt động.

Thứ hai, xây dựng kịch bản thu gom, vận chuyển CTRSH nhằm tối ưu hóa chi phí. Định hướng xây dựng kịch bản tối ưu hóa tuyến đường thu gom CTRSH tại TP Cần Thơ đòi hỏi một hệ thống dữ liệu



Vị trí thành phố Cần Thơ

phức tạp, bao gồm: Mạng lưới giao thông với các thuộc tính về tính liên thông, chi phí (khoảng cách, thời gian di chuyển ước tính, mức tiêu thụ nhiên liệu của phương tiện vận chuyển) và các yếu tố khách quan (đường một chiều, cấm tải, giờ cấm). Đồng thời, dữ liệu về vị trí các điểm thu gom (thùng rác) với các thuộc tính về khối lượng phát thải ước tính, tần suất thu gom yêu cầu và thời gian phục vụ là dữ liệu đầu vào quan trọng. Dựa trên nền tảng dữ liệu này, các kịch bản thu gom và vận chuyển khác nhau sẽ được xây dựng, mô hình hóa bài toán tối ưu hóa chi phí với mục tiêu giảm thiểu tổng chi phí vận hành, bao gồm chi phí nhiên liệu, nhân công và bảo trì phương tiện.

Kết quả của mỗi kịch bản sẽ là các tuyến đường thu gom tối ưu, được biểu diễn trực quan trên nền bản đồ GIS, cùng với các thông số hiệu suất dự kiến như tổng quãng đường, tổng thời gian và số lượng phương tiện cần thiết. Việc so sánh và đánh giá các kịch bản khác nhau sẽ giúp các nhà quản lý lựa chọn giải pháp phù hợp nhất với điều kiện thực tế và mục tiêu quản lý CTRSH tại từng địa bàn.

Thứ ba, tích hợp GIS với các công nghệ thông minh khác. Định hướng tích hợp GIS với các công nghệ thông minh trong quản lý CTRSH tại Cần Thơ tập trung vào việc tạo ra một hệ thống quản lý thông minh hóa và tự động hóa. Việc tích hợp với các công cụ khác (GPS, viễn thám, phương pháp thống kê...) đã làm cho kết quả nghiên cứu trở nên chi tiết, dễ theo dõi và quản lý CTRSH hiệu quả.

Ngoài ra, việc ứng dụng trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence – AI) sẽ khai thác khối lượng dữ liệu này để thực hiện các tác vụ phân tích phức tạp, dự đoán khối lượng phát thải và tối ưu hóa động các tuyến đường thu gom hướng tới một hệ thống quản lý CTRSH hiệu quả, bền vững và thân thiện với môi trường.

4. KẾT LUẬN

Bài viết giới thiệu về việc ứng dụng GIS trong việc thu gom, vận chuyển CTRSH nhằm tiết kiệm tối đa chi phí vận hành. Qua đó, có thể định hướng phát triển GIS trong thu gom, vận chuyển CTRSH

tại TP Cần Thơ bao gồm việc xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu, xây dựng kịch bản thu gom, vận chuyển CTRSH nhằm tối ưu hoá chi phí, đặc biệt là sự kết hợp giữa GIS và các công cụ/mô hình, phương pháp khác (chẳng hạn như: viễn thám, GPS) nhằm làm cho kết quả nghiên cứu trở nên chi tiết, dễ theo dõi và quản lý CTRSH hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Abdulai, H., Hussein, R., Bevilacqua, E., & Storrings, M. (2015). GIS based mapping and analysis of municipal solid waste collection system in Wa, Ghana. *Journal of Geographic Information System*, 7(2), 85-94.
 2. Akther, A., Ahamed, T., Takigawa, T., & Noguchi, R. (2016). GIS-based multi-criteria analysis for urban waste management. *Journal of the Japan Institute of Energy*, 95(5), 457-467
 3. Balakrishnan, P., Harish, M., & Al-Kuwari, M. K. M. Z. (2019). Urban Solid Waste Management using Geographic Information Systems (GIS): A Case Study in Doha, Qatar. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS*, 8(1), 2901-2918.
 4. Chalkias, C., & Lasaridi, K. (2009). A GIS based model for the optimisation of municipal solid waste collection: the case study of Nikea, Athens, Greece. *technology*, 1, 11-15.
 5. Lành, N. T., Matsui, Y., Trung, N. H., & Thanh, N. P. (2011). Ứng dụng GIS và GPS hỗ trợ công tác quan trắc và quản lý hệ thống thu gom-trung chuyển chất thải rắn đô thị ở TP Cần Thơ. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, (20b), 1-11.
 6. Ntarangwi, B.M. and Odera, P.A. (2015). Determination of Solid Waste Collection Points in Thika Municipality Using GIS. *3rd ESRI Eastern Africa Education GIS Conference, Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology*.
 7. Oanh, N. T., Tuyết, C. T. Á., & Ánh, N. T. N. (2017). Ứng dụng Gis thành lập bản đồ chuyên đề rác thải trong sinh hoạt tại quận Hoàng Mai, TP Hà Nội. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ lâm nghiệp*, (3), 075-084.
- Trần Thị Yến Khoa, Chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), mã số: VINIF.2024.ThS.44.