

GIS TRONG QUẢN LÝ CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT: KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG VÀ KINH NGHIỆM THỰC TIỄN

LÊ THU QUỲNH, NGUYỄN XUÂN HÒA,
ĐẶNG THÀNH TRUNG

Tóm tắt: Hệ thống thông tin địa lý (GIS) đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong quản lý môi trường, quản lý chất thải rắn sinh hoạt trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Đây là công cụ đắc lực hỗ trợ các hoạt động thu gom, vận chuyển chất thải rắn sinh hoạt; giúp tối ưu hóa lộ trình thu gom và vận chuyển hiệu quả và tiết kiệm; giúp lựa chọn vị trí xây dựng bãi chôn lấp, nhà máy xử lý rác thải để giảm thiểu các tác động tiêu cực đến môi trường. Bài báo giới thiệu những kinh nghiệm thực tế và khả năng ứng dụng GIS trong quản lý chất thải rắn sinh hoạt, từ đó đề xuất các giải pháp phù hợp.

Từ khóa: ứng dụng GIS, chất thải rắn sinh hoạt, quản lý chất thải rắn sinh hoạt.

GIS IN DOMESTIC SOLID WASTE MANAGEMENT: APPLICABILITY AND PRACTICE EXPERIENCE

Abstract: Geographical information system (GIS) has been widely applied in environmental management of domestic solid waste management in the world as well as in Vietnam. This is an effective tool to support activities of collecting and transporting domestic solid waste; help optimize the route of collection and transportation efficiently and economically; help choose the location for construction of landfills and solid waste treatment plants to minimize negative impacts on the environment. The article introduces practical experiences and applicability of GIS in domestic solid waste management and proposes appropriate solutions.

Keywords: applying GIS, domestic solid waste, domestic solid waste management.

1. Đặt vấn đề

Chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) đang là thách thức lớn trên toàn cầu cũng như tại Việt Nam. Trong khi đó, quản lý CTRSH đang bị gián đoạn do thiếu nguồn dữ liệu phân tích. Các nghiên cứu điển hình có quy mô nhỏ chỉ cung cấp các thông tin điểm, thiếu các thông tin tổng hợp các vấn đề liên quan đến các hoạt động thu gom, vận chuyển, tập kết, bãi xử lý rác... nên không thể cung cấp các kết quả mang tính toàn diện và đáng tin cậy cho quản lý tổng hợp.

Việc ứng dụng các kỹ thuật mới như viễn thám và hệ thống thông tin địa lý (GIS), 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 và phi 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.

Để có cái nhìn tổng quan về ứng dụng của GIS trong công tác quản lý CTRSH, trên cơ sở phát huy các tính năng vốn có của công cụ để tối ưu hóa quản lý dữ liệu, bài viết tập trung phân tích kinh nghiệm sử dụng GIS ở một số quốc gia, từ đó rút ra một số bài học kinh nghiệm và định hướng sử dụng cho Việt Nam.

2. Cơ sở dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

Cơ sở dữ liệu: bài báo tham khảo các công trình nghiên cứu của quốc tế và Việt Nam liên quan đến vấn đề ứng dụng công nghệ GIS trong quản lý CTRSH.

Phương pháp nghiên cứu: bài báo sử dụng phương pháp thu thập, tổng hợp thông tin có liên quan đến GIS, ứng dụng GIS trong thu gom và vận chuyển CTRSH. Kế thừa và sử dụng các tài liệu thứ cấp về khả năng ứng dụng GIS trong quản lý CTRSH đã được các tài liệu nhận định.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Tính năng hiệu quả trong quản trị dữ liệu của GIS

Hệ thống thông tin địa lý (GIS - Geographic Information System) là một hệ thống tạo ra, quản lý, phân tích và thành lập bản đồ từ các nguồn dữ liệu khác nhau. GIS kết nối dữ liệu với bản đồ, tích hợp dữ liệu vị trí với tất cả các loại thông tin mô tả. Điều này cung cấp nền tảng cho việc lập bản đồ và phân tích dữ liệu được sử dụng trong khoa học và hầu hết các ngành. GIS giúp người dùng hiểu các sự vật, hiện tượng trong các mối quan hệ và bối cảnh địa lý của nó. GIS còn giúp cung cấp thông tin cần thiết cho quá trình quản lý và ra quyết định.

GIS gồm các thành phần chính: phần cứng (gồm hệ thống máy tính và các thiết bị); phần

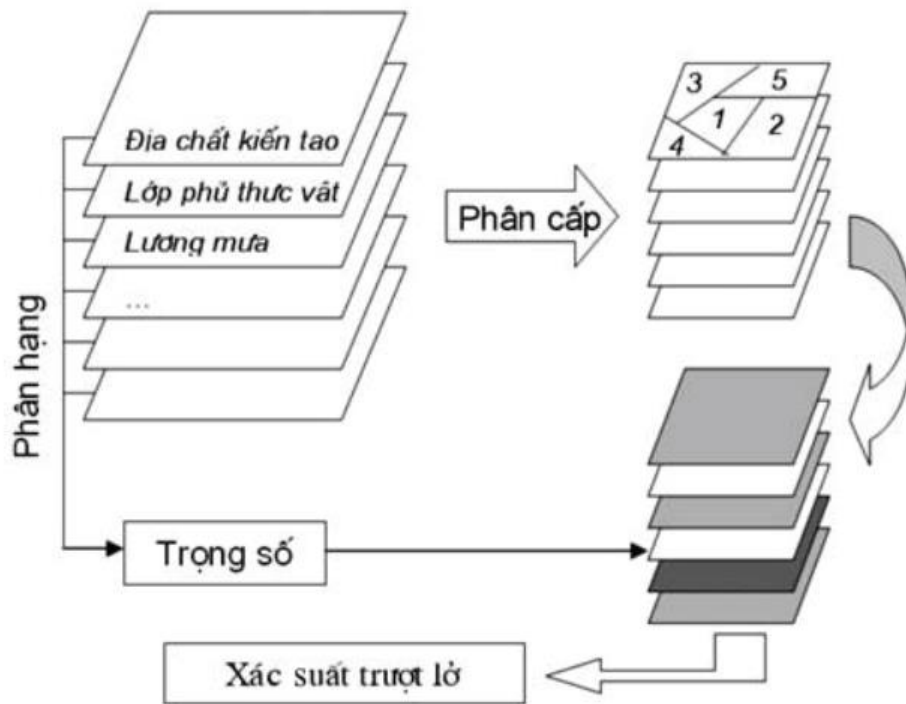
mềm để hệ hoạt động (như MapInfo, ArcInfo, SPANS, WINGIS...), thực hiện các chức năng nhập dữ liệu, lưu trữ dữ liệu, xử lý và phân tích dữ liệu, xuất dữ liệu.

Dữ liệu là thành phần quan trọng, quyết định cho việc thực hiện công việc của mỗi hệ thống GIS. Dữ liệu trong GIS (bao gồm dữ liệu thuộc tính và dữ liệu không gian) được liên kết với nhau và có format riêng tùy theo phần mềm cụ thể. Dữ liệu GIS gồm: dữ liệu nền (bao gồm các dữ liệu dùng chung để định hướng: thông tin về tọa độ, thủy hệ, địa hình, địa giới, giao thông, dân cư...) và dữ liệu chuyên đề.

3.2. Ứng dụng GIS trong quản lý tài nguyên và môi trường

Cùng với sự phát triển nhanh chóng của khoa học, công nghệ kèm theo những ưu điểm nổi bật về việc quản lý dữ liệu không gian và thuộc tính, GIS đã mở ra một thời kỳ phát triển vượt bậc với việc ứng dụng rộng rãi và có hiệu quả cao trong nhiều lĩnh vực khác nhau, như: quy hoạch đô thị (phân bố giao thông, thiết kế các hệ thống cấp thoát nước...); quản lý tài nguyên thiên nhiên (hiện trạng tài nguyên, động lực làm biến đổi tài nguyên, theo dõi sự biến động do quá trình sử dụng, khai thác tài nguyên rừng...); quản lý đất đai (lập bản đồ, quy hoạch sử dụng đất, hồ sơ dữ liệu đất đai...); nghiên cứu tai biến (hiện trạng và tiềm năng xảy ra tai biến...); phân tích các tác động môi trường (xác định vùng ô nhiễm, vùng nguy hiểm...).

Trong đánh giá trượt lở đất: GIS thu nhận thông tin về các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình trượt lở đất (gồm: mưa, độ dốc, thổ nhưỡng, thảm thực vật...). Ứng dụng GIS cùng với kỹ thuật đánh giá đa chỉ tiêu (MCA) được sử dụng để tiến hành tính toán, phân khoảng và xây dựng các bản đồ về tiềm năng trượt lở đất [4].



Hình 1. Quy trình xây dựng bản đồ tiềm năng trượt lở đất [4]

Trong đánh giá tác động môi trường: GIS có thể phân tích các tác động của các dự án sản xuất, định vị vùng ô nhiễm, vùng nguy hiểm; đánh giá rủi ro môi trường biển (như sự cố tràn dầu, sự cố hóa chất...); quy hoạch, phân vùng môi trường...

3.3. Ứng dụng GIS trong quản lý CTRSH

Quản lý CTRSH là một trong những ưu tiên của công tác bảo vệ môi trường, góp phần kiểm soát ô nhiễm, cải thiện môi trường. Quản lý CTRSH bao gồm các hoạt động phân loại, thu gom, lưu giữ, vận chuyển, tái sử dụng, tái chế và xử lý chất thải nhằm ngăn ngừa, giảm thiểu những tác động có hại đối với môi trường và sức khỏe con người.

Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 quy định cần thúc đẩy việc phân loại CTRSH tại nguồn, định hướng cách thức thu gom, xử lý CTRSH trong thời gian tới. Hiện nay, tỷ lệ chôn lấp rác

thải ở Việt Nam còn cao, một trong những nguyên nhân là do rác thải chưa được phân loại dẫn đến khó khăn trong xử lý. Vì vậy, cần có cơ chế góp phần thúc đẩy phân loại tại nguồn, tạo tiền đề phát triển tái chế, giảm thiểu lượng rác phải chôn lấp, xử lý.

Trong quản lý CTRSH, dữ liệu chuyên đề GIS có thể bao gồm: thông tin các trạm trung chuyển rác, các điểm tập kết rác, thông tin về cơ cấu tổ chức nhân sự trong hệ thống quản lý, số lượng nhân công thu gom, thông tin về loại xe trung chuyển, vị trí đặt thùng rác, khối lượng rác thu được ở từng khu vực...

Hệ thống định vị toàn cầu (GPS) cho phép theo dõi các tuyến đường thu gom để lấy được tất cả các dữ liệu và thông tin liên quan như: vị trí điểm xuất phát, thời gian bắt đầu; số lượng nhân công; hành trình và tọa độ các điểm thu gom; tình hình chất thải tại điểm thu gom; tình trạng của

thùng chứa; đọc đồng hồ đo quãng đường trước khi khởi hành và sau khi thu gom; thời gian đến các trạm trung chuyển, lượng chất thải được thu gom và lượng năng lượng tiêu thụ [16].

Ứng dụng chức năng chồng xếp của GIS vào công tác quản lý CTRSH cần thực hiện chồng xếp các lớp bản đồ nền (gồm đường giao thông, hành chính...) lên lớp điểm hẹn (điểm thu gom) trên bản đồ. Những điểm này là điểm bắt buộc xe chuyên dụng phải đi qua theo quy trình thu gom để từ đó đưa ra quy trình thu gom tối ưu. Đồng thời, tiến hành chồng xếp hai lớp dữ liệu này lên lớp điểm dọc tuyến thể hiện trên bản đồ là có thể đánh giá khối lượng thu gom tại các điểm và toàn tuyến.

Một ví dụ khác cho ứng dụng GIS trong công tác quản lý CTRSH là xác định vị trí của một bãi chôn lấp thông qua chồng xếp các lớp bản đồ nền (như hành chính, dân cư...) kèm theo các thông tin chuyên đề (khoảng cách an toàn với các điểm dân cư, nguồn nước, địa hình khu vực bãi chôn lấp...).

Trong ArcGis NA, các tuyến đường có thể được tính toán theo tiêu chí khoảng cách và thời gian (trong đó, tổng thời gian di chuyển bằng thời gian hoạt động của phương tiện cộng với thời gian bốc dỡ chất thải). Từ đó người sử dụng có thể thiết lập hoặc sửa đổi tất cả các yếu tố cần thiết để tạo ra một kịch bản ban đầu. Cuối cùng, giải pháp được xác định bởi một hàm đề cập đến các thông số khác nhau, chẳng hạn như khoảng cách ngắn nhất, mạng lưới đường và các tác động xã hội và môi trường [13].

Chức năng mạng của GIS được ứng dụng trong quản lý CTRSH nhằm đưa ra quy trình, tối ưu về thời gian, tối ưu hóa về đoạn đường

trên bản đồ vạch tuyến thu gom - vận chuyển (trên cơ sở tính toán kết hợp với chức năng mạng của Arcview). Ứng dụng GIS có thể đánh giá hiện trạng, sắp xếp lại hệ thống thu gom, vận chuyển; có thể kết hợp công nghệ GIS với các phương pháp khác để giải quyết đầy đủ các mối quan hệ giữa hệ thống thu gom và các yếu tố liên quan, đặc biệt khi cần nhanh chóng và chính xác; khắc phục được những nhược điểm của các phương pháp thành lập bản đồ thu gom rác truyền thống.

Một hệ thống quản lý CTRSH ứng dụng GIS có thể giúp nhà quản lý có cái nhìn toàn diện, cung cấp các dữ liệu cho quá trình ra quyết định thành lập tuyến thu gom, điểm trung chuyển một cách hợp lý và tiết kiệm nhất. Khi ứng dụng GIS thì chỉ mất một lần nhập cơ sở dữ liệu vào máy tính, từ đó có thể quản lý được dữ liệu cả về thuộc tính lẫn không gian. Khi cần cập nhật, thay đổi thông tin chỉ cần điều chỉnh lại rất thuận tiện, như vậy sẽ giảm được thời gian và công sức.

3.4. Kinh nghiệm ứng dụng GIS trong quản lý CTRSH

3.4.1. Quản lý thu gom và vận chuyển

Ấn Độ đã ứng dụng GIS trong quản lý CTRSH cho thành phố Bangalore. Dự án giúp cho việc quản lý, sắp xếp các vị trí đặt thùng rác theo các tuyến đường; vị trí bố trí các điểm trung chuyển. Từ đó tối ưu hóa số lượng điểm thu gom, lộ trình thu gom, chuyên chở rác đến bãi chôn lấp [16].

Thành phố Star (Tây Virginia, Hoa Kỳ) sử dụng công nghệ 3D kết hợp với GIS để tạo ra mô hình thành phố kỹ thuật số. Mô hình cho phép các nhà quản lý phát triển các sáng kiến quy hoạch bền vững, quy hoạch các cơ sở tái chế, bãi chôn

lập; thành lập các bản đồ và lập các tuyến đường vận chuyển chất thải hiệu quả [18].

Ở Việt Nam, phần mềm được phát minh nhằm hỗ trợ cho quản lý CTR dựa trên công nghệ GIS được thực hiện như phần mềm WASTE (phiên bản 1.0, 2.0 và 3.0) của TSKH. Bùi Tá Long. WASTE bao gồm một số các thành phần: các công cụ lưu trữ, đánh giá và khai thác dữ liệu; các tiện ích giúp tra cứu các tài liệu cần thiết cho công tác quản lý CTR; công cụ trợ giúp làm báo cáo tự động (hỗ trợ cho người sử dụng làm báo cáo dựa trên các số liệu quan trắc từ cơ sở dữ liệu lưu trữ) [7].

Năm 2005, Quận 4 và Quận 10 (thành phố Hồ Chí Minh) ứng dụng GIS trong việc quản lý CTRSH (bằng phần mềm TISWAM 1.0). Mục đích nhằm tìm kiếm dữ liệu vị trí các điểm tập kết, các điểm trung chuyển và quan sát quá trình vận chuyển chất thải trên bản đồ.

Thành phố Cần Thơ đã ứng dụng GIS và thiết bị định vị toàn cầu GPS để đánh giá hiện trạng và hiệu quả hoạt động của hệ thống thu gom và trung chuyển [6].

Thành phố Đồng Hới (tỉnh Quảng Bình) đã ứng dụng công nghệ GIS và phần mềm WASTE trong quản lý CTRSH. Đã số hoá toàn bộ cơ sở dữ liệu theo các giá trị và thời gian khác nhau (minh hoạ bằng biểu đồ, bản đồ cùng với hệ thống thu gom được hiển thị rõ ràng). Các nhà quản lý có thể so sánh và dự báo được sự tăng/giảm khối lượng và thành phần CTRSH để có kế hoạch quản lý phù hợp [11].

Thành phố Huế đã xây dựng một cơ sở dữ liệu GIS về hệ thống thu gom CTRSH, giúp đánh giá chi tiết hệ thống thu gom và thử nghiệm sắp xếp lại ở một số khu vực, chỉ ra mối quan hệ

giữa hệ thống thu gom và các yếu tố tác động. Đây là căn cứ quan trọng để thành phố tiến hành điều chỉnh quy hoạch mạng lưới thu gom [5].

Quận Cẩm Lệ (thành phố Đà Nẵng) đã xây dựng được cơ sở dữ liệu bản đồ cho hệ thống thu gom, vận chuyển CTRSH bằng công nghệ GIS (quản lý thông tin bằng phần mềm MapInfo). Đã xây dựng được các lớp thông tin cơ sở dữ liệu, bản đồ hiện trạng hệ thống quản lý thu gom với các lớp dữ liệu: lớp dữ liệu nền (gồm có ranh giới phường, tên phường, khu vực dân cư, diện tích, dân số, khối lượng rác phát sinh, đường giao thông, thủy văn); lớp dữ liệu chuyên đề (bao gồm điểm nâng rác, trạm trung chuyển, vị trí đặt thùng và lộ trình thu gom) [12].

3.4.2. Quy hoạch tuyến vận chuyển

Quận Cité El Habib (thành phố Sfax, Tunisia) đã sử dụng công cụ ArcGIS NA (mở rộng của phần mềm ArcGIS) nhằm nâng cao hiệu quả thu gom và vận chuyển CTRSH. Ba kịch bản đã được xây dựng và phân tích để xác định các tuyến đường tối ưu: S1 - tuyến đường được tối ưu hóa bằng cách sử dụng các thiết bị giống nhau (chỉ thay đổi trình tự các điểm dừng); S2 - tuyến đường được tối ưu hóa với sự thay đổi của các phương tiện; S3 - tuyến đường được tối ưu hóa với việc thay đổi phương thức thu gom (thay đổi thiết bị vận chuyển và phân bố lại các thùng chứa). Khi so sánh với hệ thống hiện tại, kịch bản S3 đã tiết kiệm 40% số nhân công, 57% thời gian làm việc, 40,5% quãng đường di chuyển và 48% năng lượng tiêu thụ; ngoài ra còn có các lợi ích khác liên quan như lượng khí thải CO₂, hao mòn/bảo dưỡng phương tiện... [13].

Phường Bình Thọ (Quận Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh) đã triển khai nghiên cứu ứng dụng

GIS để quản lý và đề xuất giải pháp tối ưu góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Nghiên cứu xây dựng 4 loại bản đồ, bao gồm bản đồ điểm, vùng, giao thông, điểm thu gom rác. Ngoài ra, nghiên cứu cũng đề xuất các vị trí đặt thùng rác công cộng mới và xây dựng lộ trình thu gom phù hợp hơn [8].

Thành phố Thái Nguyên xây dựng cơ sở dữ liệu địa lý cho hệ thống thu gom, vận chuyển CTRSH tại các phường trung tâm. Hệ dữ liệu này bao gồm các lớp thông tin: khối lượng CTRSH phát sinh mỗi ngày; khối lượng rác tại các điểm tập kết; mật độ dân số và sự phân bố các điểm tập kết; hiện trạng mạng lưới thu gom tại các phường trung tâm. Sử dụng công cụ hỗ trợ truy vấn dữ liệu không gian (trong phần mềm Arcview 3.2) để tìm ra lộ trình thu gom, vận chuyển phù hợp. Đồng thời ứng dụng công cụ Ruler (của ArcGis) hỗ trợ đo khoảng cách bố trí vị trí đặt các thùng rác công cộng [2].

Nghiên cứu ứng dụng GIS trong công tác quản lý thu gom, vận chuyển CTRSH tại thành phố Biên Hòa đã sử dụng công cụ hỗ trợ truy vấn dữ liệu không gian nhằm tìm ra những đoạn đường phù hợp cho xe chuyên dụng vận chuyển CTRSH (đã tìm ra 3 tuyến thu gom) [10].

3.4.3. Vị trí xây dựng các bãi chôn lấp, xử lý

Tại Anh, các quy định và pháp luật yêu cầu các nhà đầu tư xây dựng những bãi chôn lấp lớn với chi phí thấp, hạn chế các tác động môi trường. Bãi chôn lấp và các hoạt động chôn lấp trong thực tế có thể được cải tiến với khả năng điều khiển chính xác bằng việc ứng dụng GIS. Trên cơ sở phân tích thành phần, tỷ trọng, sự thay đổi thể tích của rác thải trong quá trình chôn lấp nhằm đảm bảo hiệu quả của phương pháp

được lựa chọn một cách tối ưu nhất. Ngoài ra, GIS cũng có thể đóng vai trò quan trọng trong quan trắc môi trường các bãi chôn lấp đã đóng cửa [14].

Tại Mỹ, Sở đo đạc Địa chất bang Georgia (GGS) đã sử dụng GIS để quản lý cơ sở dữ liệu của 118 bãi chôn lấp. Các thông tin trong cơ sở dữ liệu bao gồm tên bãi chôn lấp, vị trí (kinh độ, vĩ độ), đường vào bãi chôn lấp, dung tích bãi, vùng châu thổ sông chính, mã đơn vị thủy văn của khu vực [17].

Tại Việt Nam, Bùi Văn Ga và cộng sự (năm 2003) đã đưa ra phần mềm hỗ trợ quy hoạch bãi chôn lấp CTRSH cho thành phố Đà Nẵng. Đến năm 2006, phần mềm LANDFILL ra đời để hỗ trợ công tác quy hoạch các bãi chôn lấp rác. Theo đó, đã xây dựng được một trạm trung chuyển rác ở Hòa Quý (Nam Đà Nẵng) và một nhà máy sản xuất phân vi sinh. Riêng vị trí bãi chôn lấp rác, nghiên cứu đã xác định 3 vị trí mới cho thành phố Đà Nẵng [3].

Trần Quốc Bình (năm 2010) đã sử dụng GIS kết hợp với phương pháp phân tích đa chỉ tiêu để lựa chọn địa điểm bãi chôn lấp CTRSH (phục vụ quy hoạch sử dụng đất huyện Đông Anh, Hà Nội). Phương pháp này chú trọng ba nhóm chỉ tiêu gồm: môi trường (khoảng cách đến khu dân cư đô thị, nông thôn; khu công nghiệp; khoảng cách đến khu di tích; khoảng cách tới nguồn nước mặt; khoảng cách tới các công trình nước ngầm; thổ nhưỡng, địa chất); kinh tế (điểm thu gom, hiện trạng sử dụng đất; khoảng cách tới đường giao thông chính; khoảng cách tới đường sắt; trạm điện) và xã hội (sự chấp thuận của chính quyền địa phương và sự đồng thuận của cộng đồng dân

cur). Kết quả đã tìm ra được 4 khu vực thích hợp xây dựng bãi chôn lấp (Bắc Hồng, Nam Hồng, Thụy Lâm và Việt Hùng) [1].

Nguyễn Đăng Phương Thảo (năm 2011) đã ứng dụng GIS kết hợp với phương pháp phân tích đa chỉ tiêu để xác định bãi chôn lấp CTRSH cho quận Thủ Đức (thành phố Hồ Chí Minh). Bằng việc xác định 3 nhóm chỉ tiêu chính (kinh tế, xã hội và môi trường), nghiên cứu đã đánh giá từng chỉ tiêu đồng thời xác định các trọng số và tìm ra được 3 khu vực thích hợp: Tam Bình 1, Tam Phú 1 và Tam Phú 2 [9].

4. Kết luận

GIS hỗ trợ tối ưu hóa công tác quản lý CTRSH, cung cấp những thông tin cần thiết để thu thập, phân tích và trình bày dữ liệu. GIS được ứng dụng trong 3 lĩnh vực chính của hệ thống quản lý CTRSH:

- Việc quản lý thu gom, vận chuyển, vị trí đặt các điểm trung chuyển: GIS cung cấp công cụ lưu trữ, đánh giá và khai thác dữ liệu vị trí các điểm tập kết, các điểm trung chuyển và quan sát quá trình vận chuyển chất thải trên bản đồ.

- Tối ưu hóa quãng đường vận chuyển: có một số ứng dụng được sử dụng để tối ưu hóa

tuyến đường và thiết kế lại các khu vực thu gom. Mục đích là giảm khoảng cách thu gom và thời gian làm việc của đội xe thu gom, có tác động tích cực đến việc tiết kiệm chi phí (giảm nhiên liệu tiêu thụ, chi phí bảo trì) cũng như giảm các tác động đến môi trường.

- Lựa chọn vị trí các bãi chôn lấp, xử lý chất thải: các ứng dụng này sử dụng chức năng chồng xếp lớp và các mô hình phân bố không gian. Đầu ra cuối cùng là một bản đồ với những lớp thông tin tổng hợp hỗ trợ cho việc quyết định địa điểm chôn lấp/cơ sở xử lý chất thải phù hợp.

Mặc dù ứng dụng GIS trong quản lý CTRSH là một lĩnh vực khoa học tiên tiến nhưng chưa phổ biến. Nguyên nhân chính là thiếu cơ sở dữ liệu, chi phí để thu thập các dữ liệu không gian cao, thiếu nhân lực có trình độ về công nghệ để có thể vận hành hệ thống.

Trên cơ sở kế thừa các nghiên cứu tại Việt Nam và trên thế giới, trong giai đoạn tới cần thiết phải triển khai các nhiệm vụ trọng tâm để xây dựng cơ sở dữ liệu quốc gia chuyên ngành, nghiên cứu ứng dụng GIS trên diện rộng tại Trung ương và địa phương trong công tác quy hoạch và quản lý CTRSH.

Bài báo là sản phẩm của đề tài khoa học cấp cơ sở “Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) thiết lập mạng lưới thu gom rác thải sinh hoạt: Nghiên cứu thực tế ở thị xã Từ Sơn tỉnh Bắc Ninh” do Viện Địa lí nhân văn chủ trì, ThS. Lê Thu Quỳnh làm chủ nhiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Quốc Bình và nnk (2010), *Ứng dụng GIS và phương pháp đa chỉ tiêu trong lựa chọn địa điểm bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt nhằm hỗ trợ công tác quy hoạch sử dụng đất huyện Đông Anh, thành phố Hà Nội*, Kỷ yếu Hội Nghị Khoa học kỷ niệm 65 năm ngành Quản lý đất đai, Hà Nội, 2010.

2. Lê Viết Dương (2012), *Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) vào công tác quản lý, thu gom, vận chuyển chất thải rắn sinh hoạt tại các phường trung tâm thành phố Thái Nguyên, tỉnh Thái Nguyên*, Luận văn Thạc sỹ khoa học nông nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên.
3. Bùi Văn Ga (2003), *Báo cáo tổng hợp đề tài phần mềm hỗ trợ quản lý môi trường công nghiệp thành phố Đà Nẵng*, Sở Khoa học và Công nghệ thành phố Đà Nẵng.
4. Trần Thanh Hà và nnk (2004), *Ứng dụng phương pháp đánh giá đa tiêu chuẩn và GIS trong nghiên cứu trượt lở đất tỉnh Lào Cai*, Hội nghị khoa học Trường Đại học khoa học tự nhiên, ngành Địa lý - Địa chính.
5. Nguyễn Tiến Hoàng, Lê Bảo Tuấn (2010), *Ứng dụng GIS sắp xếp lại hệ thống thu gom chất thải rắn tại thành phố Huế*, Tạp chí khoa học Đại học Huế, số 59, 2010.
6. Nguyễn Thị Lành và nnk (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 thành phố Cần Thơ*, Tạp chí khoa học, Đại học Cần Thơ, 2011:20b 1-11.
7. Bùi Tá Long và nnk (2015), *Xây dựng mô hình quản lý chất thải rắn đô thị bằng phần mềm WASTE (Computer tool for solid waste management), bước đầu tin học hóa ứng dụng quản lý chất thải tại TP. Hồ Chí Minh*, Tạp chí Khoa học công nghệ và thực phẩm số 5/2015.
8. Nguyễn Vũ Hoàng Phương (2018), *Ứng dụng GIS hỗ trợ công tác quản lý chất thải rắn sinh hoạt trên địa bàn Phường Bình Thọ, quận Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh*, Tạp chí Khoa học công nghệ và thực phẩm 15(1), 2018, 76-86.
9. Nguyễn Đăng Phương Thảo (2011), *Ứng dụng GIS và phương pháp phân tích đa chỉ tiêu xác định vị trí bãi chôn lấp chất thải rắn cho quận Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh*, Kỷ yếu Hội thảo ứng dụng GIS toàn quốc 2011.
10. Nguyễn Hoài Thy (2014), *Ứng dụng GIS vào công tác quản lý thu gom – vận chuyển chất thải rắn sinh hoạt tại thành phố Biên Hòa*, Luận văn tốt nghiệp, trường Đại học sư phạm kỹ thuật thành phố Hồ Chí Minh.
11. Nguyễn Đức Trường (2014), *Ứng dụng GIS trong công tác quản lý chất thải rắn thành phố Đồng Hới tỉnh Quảng Bình*. Luận văn thạc sỹ quản lý đô thị và công trình, trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội.
12. Lâm Trần Tuấn (2015), *Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) trong quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại quận Cẩm Lệ, thành phố Đà Nẵng*, Luận văn tốt nghiệp, Trường Đại học sư phạm, Đại học Đà Nẵng.
13. Amjad Kallel, Mohamed Moncef Serbaji, Moncef Zairi (2016), *Using GIS-Based Tools for the Optimization of Solid Waste Collection and Transport: Case Study of Sfax City, Tunisia*, Journal of Engineering, vol. 2016, Article ID 4596849.
14. Damain C. Green (2010), *GIS and its Use in Waste Management*, University of Sunderland, UK.
15. N. V. Karadimas, N. Doukas, M. Kolokathi, and G. Defteraiou (2008), *Routing optimisation heuristics algorithms for urban solid waste transportation management*, WSEAS Transactions on Computers, vol. 7, no. 12, pp. 2022–2031.
16. Senthil Shanmugan (2011), *GIS – MIS – GPS for solid waste management*, Cambridge University Press India Pvt. Ltd., India.
17. The Georgia Department of Natural Resources (2004), *Georgia comprehensive solid waste management act of 1990s*, Atlanta, Georgia.
18. UKEssays (2018), *Benefits of using GIS in waste management EEnvironmental Sciences Essay*, <https://www.ukessays.com/essays/environmental-sciences/benefits-of-using-gis-in-waste-management-environmental-sciences-essay.php?vref=1>, truy cập 26/7/2021.

Thông tin tác giả:

Lê Thu Quỳnh, Nguyễn Xuân Hòa, Đặng Thành Trung - Viện Địa lý nhân văn
Địa chỉ: Tầng 7 số 1 Liễu Giai, Ba Đình, Hà Nội.
Email: thuquynh87@gmail.com; ĐT: 0946 203 935

Nhật ký tòa soạn

Ngày nhận bài: 27/7/2021
Biên tập: 9/2021