

TÓM TẮT BÁO CÁO

Theo ước tính của các cơ quan chức năng, hàng năm thành phố Hà Nội thải ra khoảng 950 nghìn tấn thải rắn sinh hoạt (CTRSH). Nếu không có biện pháp xử lý thích hợp, lượng rác thải khổng lồ này sẽ trở thành thảm họa của đô thị. Hiện nay, có rất nhiều phương pháp xử lý CTRSH, trong đó chôn lấp là biện pháp được áp dụng rộng rãi nhất. Tuy nhiên, việc lựa chọn vị trí bãi chôn lấp CTRSH là một bài toán rất phức tạp đối với các nhà quy hoạch vì nó yêu cầu phải tính đến tác động tổng hợp của rất nhiều yếu tố về tự nhiên, kinh tế, xã hội và môi trường. Để giải quyết vấn đề này thì phương pháp phân tích đa chỉ tiêu (MCA) là một cách tiếp cận hiệu quả, theo đó mức độ ảnh hưởng của các yếu tố (chỉ tiêu) được chuyển hóa từ định tính sang định lượng thông qua các giá trị điểm số và trọng số, và hệ thống tin địa lý (GIS) sẽ là một công cụ đắc lực trợ giúp cho việc đánh giá các chỉ tiêu này.

Đề tài đã xây dựng một quy trình công nghệ lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp CTRSH bằng MCA và GIS với ý tưởng chính là phân chia quá trình đánh giá thành 2 giai đoạn: giai đoạn đầu sử dụng các chỉ tiêu để đánh giá để lọc ra những vị trí tiềm năng, giai đoạn sau so sánh chúng theo tất cả các chỉ tiêu để tìm ra vị trí tốt nhất. Quy trình này đã được áp dụng trên địa bàn huyện Đông Anh để đánh giá 16 chỉ tiêu về kinh tế, xã hội, môi trường, từ đó chỉ ra 4 địa điểm thích hợp để bố trí bãi chôn lấp CTRSH của huyện tại các xã Nam Hồng, Bắc Hồng, Thụy Lâm và Việt Hùng, trong đó địa điểm tại xã Thụy Lâm được coi là thích hợp nhất.

Kết quả của đề tài cho thấy phương án quy hoạch bãi chôn lấp CTRSH tại xã Việt Hùng của UBND huyện Đông Anh có cơ sở khoa học tốt. Tuy nhiên, ngoài phương án này, chính quyền địa phương có thể xem xét bố trí bãi chôn lấp CTRSH ở 3 địa điểm khác mà đề tài đã nêu ra (đặc biệt chú ý đến địa điểm ở xã Thụy Lâm có tính thích hợp tốt hơn địa điểm tại xã Việt Hùng).

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	3
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ LỰA CHỌN ĐỊA ĐIỂM BỐ TRÍ BÃI CHÔN LẤP CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT.....	5
1.1. Khái niệm về chất thải rắn sinh hoạt và các phương pháp xử lý.....	5
1.1.1. Khái niệm	5
1.1.2. Các nguồn phát sinh chất thải rắn sinh hoạt	5
1.1.3. Các phương pháp xử lý chất thải rắn.....	6
1.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến việc lựa chọn bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt.....	9
1.2.1. Các yếu tố tự nhiên.....	9
1.2.2. Các yếu tố kinh tế - xã hội.....	10
1.2.3. Các yếu tố cơ sở hạ tầng.....	11
1.3. Một số chỉ tiêu trong lựa chọn địa điểm bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt....	11
1.4. Tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước về phương pháp lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt.....	12
CHƯƠNG 2. QUY TRÌNH LỰA CHỌN ĐỊA ĐIỂM BỐ TRÍ BÃI CHÔN LẤP CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT BẰNG GIS VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH ĐA CHỈ TIÊU	14
2.1. Khái niệm về GIS	14
2.2. Phương pháp phân tích đa chỉ tiêu (MCA).....	15
2.2.2. Phân nhóm các chỉ tiêu.....	16
2.2.3. Xác định trọng số các chỉ tiêu	17
2.2.4. Tích hợp các chỉ tiêu	18
2.3. Quy trình lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt	19
CHƯƠNG 3. LỰA CHỌN ĐỊA ĐIỂM BỐ TRÍ BÃI CHÔN LẤP CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT TRÊN ĐỊA BÀN HUYỆN ĐÔNG ANH	22
3.1. Giới thiệu về khu vực nghiên cứu	22
3.2. Lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt	23
3.2.1. Căn cứ xác định vị trí bãi chôn lấp.....	23
3.2.2. Cơ sở dữ liệu thiết lập trong ArcGIS.....	24
3.2.3. Các chỉ tiêu lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn	24
3.2.4. Tính trọng số các chỉ tiêu	26
3.2.5. Đánh giá sơ bộ.....	28
3.2.6. Lựa chọn cuối	32
3.3. So sánh kết quả của đề tài với phương án quy hoạch đã được phê duyệt của huyện Đông Anh.....	39
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	40
TÀI LIỆU THAM KHẢO	41

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Theo ước tính của dự án 3RHN (http://www.3r-hn.vn/?option=mod_news&sel=detail&cid=12&view=20), hàng năm thành phố Hà Nội thải ra khoảng 950 nghìn tấn chất thải rắn thải sinh hoạt (CTRSH). Nhưng với tốc độ phát triển kinh tế chóng mặt như hiện nay thì con số này không dừng lại ở đây trong những năm tới. Như vậy, nếu không có biện pháp xử lý thích hợp, lượng rác thải khổng lồ trên sẽ trở thành thảm họa cho đô thị bởi nó sẽ gây ô nhiễm môi trường, làm mất mỹ quan đô thị, ảnh hưởng tới sức khỏe con người, lãng phí sử dụng đất,... Hiện nay có khá nhiều phương pháp xử lý CTRSH, trong đó chôn lấp là một biện pháp được áp dụng khá phổ biến ở Việt Nam và nhiều nước trên thế giới. Tuy nhiên, việc lựa chọn vị trí bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) là một bài toán rất phức tạp đối với các nhà quy hoạch vì để giải bài toán nó, cần phải tính đến tác động tổng hợp của rất nhiều yếu tố về tự nhiên, kinh tế, xã hội và môi trường. Bằng cách sử dụng phương pháp phân tích đa chỉ tiêu chúng ta có thể tiếp cận được giải pháp cho bài toán trên. Qua đó, mức độ ảnh hưởng của các yếu tố được chuyển hóa từ định tính sang định lượng thông qua các giá trị trọng số và điểm số. Và hệ thông tin địa lý (GIS) là một công cụ đắc lực trợ giúp cho việc đánh giá các chỉ tiêu này.

Trong những năm qua, cùng với sự phát triển kinh tế, nâng cao chất lượng cuộc sống của con người, các quốc gia đều chủ trương phát triển bền vững, phát triển kinh tế phải đi đôi với bảo vệ môi trường và ổn định xã hội. Với những thành phố lớn như Hà Nội, đây luôn là vấn đề được các cấp chính quyền và cơ quan chức năng quan tâm.

Đông Anh là một huyện ngoại thành nằm ở phía bắc thủ đô Hà Nội, có tốc độ phát triển kinh tế khá cao trong thời gian gần đây. Đằng sau lợi ích kinh tế từ những dự án đầu tư và quá trình đô thị hóa, vấn đề rác thải đang là một nỗi lo trong công tác quản lý đất đai và bảo vệ môi trường. Mặc dù huyện đã chủ trương thu gom rác thải đến tận các thôn làng, nhưng các bãi chôn lấp không được xử lý theo một quy trình kỹ thuật nào mà đa số là tận dụng những ao, hồ,... bỏ hoang. Việc tồn tại những bãi chôn lấp sai quy định, mất vệ sinh như vậy, không chỉ làm mất mỹ quan, gây khó khăn trong công tác quản lý đất đai, mà còn gây những hậu quả nghiêm trọng ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe cộng đồng dân cư như: ô nhiễm nguồn nước, đất đai và không khí. Chính vì vậy, một nhiệm vụ hết sức cấp bách là cần quy hoạch những bãi chôn lấp hợp vệ sinh để giải quyết những bức xúc của người dân xung quanh vấn đề rác thải và quan trọng hơn cả là ngăn chặn hậu quả môi trường do nó gây ra.

2. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu của đề tài là nghiên cứu ứng dụng hệ thông tin địa lý (GIS) và phương pháp phân tích đa chỉ tiêu (MCA) tìm địa điểm tối ưu để bố trí bãi chôn lấp chất thải

rắn sinh hoạt cho huyện Đông Anh, thành phố Hà Nội.

3. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu tổng quan về vấn đề lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt.
- Nghiên cứu phương pháp ứng dụng GIS và MCA trong bài toán lựa chọn vị trí tối ưu.
- Thử nghiệm lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp CTRSH cho huyện Đông Anh, đối chiếu với phương án đã được lựa chọn của huyện.

4. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp phân tích tổng hợp tài liệu: các nguồn tài liệu như giáo trình, sách chuyên khảo, mạng internet, báo chí, các bài viết trong và ngoài nước,... sẽ được nghiên cứu, phân tích và tổng hợp các vấn đề liên quan đến đề tài.
- Phương pháp phân tích đa chỉ tiêu để xác định tầm quan trọng và tác động của các yếu tố có ảnh hưởng đến vị trí bãi chôn lấp CTRSH.
- Phương pháp phân tích không gian bằng GIS
- Phương pháp xin ý kiến chuyên gia để đánh giá vai trò của các yếu tố ảnh hưởng.
- Phương pháp điều tra thực địa, phỏng vấn lấy ý kiến cộng đồng dân cư.

5. Kết quả đạt được và ý nghĩa của đề tài

Đề tài đã xây dựng được quy trình công nghệ ứng dụng GIS và phương pháp phân tích đa chỉ tiêu trong lựa chọn vị trí bãi chôn lấp CTRSH, từ đó áp dụng vào thực tế của huyện Đông Anh để tìm địa điểm bố trí bãi chôn lấp CTRSH cho huyện.

Đề tài đã đưa ra được đánh giá khoa học về phương án quy hoạch bãi chôn lấp CTRSH đã được phê duyệt của huyện Đông Anh. Quy trình công nghệ và phương pháp đánh giá chỉ tiêu do đề tài đề xuất có thể được triển khai áp dụng trên các địa bàn khác để lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp CTRSH.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ LỰA CHỌN ĐỊA ĐIỂM BỐ TRÍ BÃI CHÔN LẤP CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT

1.1. Khái niệm về chất thải rắn sinh hoạt và các phương pháp xử lý

1.1.1. Khái niệm

Có khá nhiều cách định nghĩa về chất thải được các tác giả trong nước và trên thế giới đưa ra, nhưng chúng ta có thể hiểu một cách tổng quát như sau: “Chất thải là mọi thứ mà con người và quá trình con người tác động vào thiên nhiên thải ra môi trường” (Trần Hiệu Nhuệ và nnk, 2005).

Việc phân loại chất thải là một công việc khá phức tạp vì sự đa dạng về chủng loại, thành phần và tính chất của chúng. Có rất nhiều cách phân loại nhưng mỗi cách phân loại chỉ mang tính tương đối:

- Theo công nghệ xử lý có thể chia thành: các chất cháy được (thực phẩm; giấy; hàng dệt; chất dẻo; các vật liệu làm từ gỗ, tre, nứa), các chất không cháy được (kim loại, thủy tinh, đá và sành sứ), các chất tổng hợp (tất cả các vật liệu không phân loại ở hai phần trên).
- Theo tính chất vật lý: có chất thải rắn, chất thải lỏng, chất thải khí.
- Theo nguồn gốc phát sinh: có chất thải sinh hoạt, chất thải công nghiệp, các chất thải có nguồn gốc từ hoạt động nông, lâm, ngư nghiệp và dịch vụ.
- Theo tính chất: có chất thải nguy hại, chất thải thông thường.

Như vậy, chất thải rắn sinh hoạt (trong Tiếng Việt còn gọi là *rác*) được hiểu là chất thải ở thể rắn phát sinh từ các hoạt động ở các khu dân cư, khu công nghiệp, các hoạt động thương mại, dịch vụ,... Nó bao gồm các loại giấy, đồ nhựa, cao su, thủy tinh, kim loại, các thức ăn thừa và một số loại chất thải đặc biệt khác có nguồn gốc từ các khu dân cư, khu công nghiệp, khu trung tâm, thương mại, dịch vụ và các cơ quan công cộng.

1.1.2. Các nguồn phát sinh chất thải rắn sinh hoạt

Ở Việt Nam hiện nay có các nguồn phát sinh chất thải rắn sinh hoạt sau:

- Các khu dân cư (dân cư ở các đô thị lớn, dân cư ở các khu đô thị mới, dân cư nông thôn): Do dân số ngày càng tăng, chất lượng cuộc sống ngày càng cao, lượng chất thải rắn ngày càng nhiều, việc xử lý rác thải rắn không thể đáp ứng kịp nên quá sức chứa của khu vực. Chất thải rắn ở khu vực này phần lớn là thực phẩm dư thừa, bao bì hàng hóa, xỉ than, đồ dân dụng hư hỏng, chất tẩy rửa tổng hợp,...
- Khu thương mại: tại các chợ, siêu thị, nhà hàng, khách sạn,... thường thải ra các loại thực phẩm như hàng hóa, thức ăn dư thừa, bao bì đã sử dụng,...

- Khu công nghiệp: Chất thải rắn sinh hoạt được thải ra từ các hoạt động sinh hoạt của công nhân và cán bộ viên chức ở các công ty, xí nghiệp, cơ sở sản xuất. Vì đây là khu nhà ở được xây dựng không kiên cố mang tính chất tạm bợ và phần lớn là nơi tụ họp của người lao động ở các tỉnh xa ở lại nên việc xả thải và thu gom rác gặp rất nhiều khó khăn.

- Khu xây dựng: Các công trình đang xây dựng, đang cải tạo nâng cấp,... thải ra các loại chất thải như: sắt thép vụn, vôi vữa, gạch vỡ, ống dẫn, gỗ,...

- Khu tham quan du lịch, vui chơi giải trí: khi chất lượng cuộc sống tăng cao, nhu cầu vui chơi giải trí của con người ngày càng tăng, hàng loạt những khu du lịch, nghỉ mát mọc lên. Tuy nhiên, nhiều nơi vẫn chưa có một hệ thống thu gom và quản lý rác thải một cách hợp lý và hiệu quả. Thực tế đó dẫn đến một tình trạng là môi trường ở các khu tham quan, nghỉ mát luôn trong tình trạng ô nhiễm.

1.1.3. Các phương pháp xử lý chất thải rắn

Xử lý chất thải rắn là phương pháp làm giảm khối lượng và tính độc hại của chất thải hoặc chuyển chúng thành những nguyên liệu sản xuất phân vi sinh hoặc những sản phẩm làm từ vật liệu tái chế khác. Hiện nay, có nhiều loại công nghệ khác nhau để xử lý chất thải rắn sinh hoạt. Việc chọn công nghệ xử lý rác thải như thế nào để đạt hiệu quả cao, không gây hậu quả xấu về môi trường trong tương lai và ít tốn kém chi phí luôn là mối quan tâm hàng đầu của các cơ quan chức năng. Dưới đây đề tài xin điểm qua vài nét về các phương pháp xử lý chất thải rắn sinh hoạt hiện nay.

a. Phương pháp tái sử dụng, tái chế

Tái sử dụng (re-use) là tận dụng những đồ vật còn giá trị sử dụng như bàn ghế gỗ, tủ gỗ, chai lọ,... để tái sử dụng. Những đồ vật này chủ yếu thải ra từ các khu vực có đời sống cao và cung cấp cho những người nghèo. Phương pháp này có một số ưu điểm như: tiết kiệm năng lượng và giảm ô nhiễm do sản xuất, tiết kiệm diện tích bãi thải, tạo công ăn việc làm cho một số người thất nghiệp và cung cấp đồ dùng cho những người nghèo có thu nhập thấp.

Tái chế (recycling) là hoạt động thu hồi lại từ chất thải các thành phần có thể tái chế thành các sản phẩm mới sử dụng lại cho hoạt động sinh hoạt và sản xuất. ví dụ như giấy, thủy tinh hay sắt nhôm,... Phương pháp này không kinh tế bằng tái sử dụng nhưng cũng có một số ưu điểm: tiết kiệm được tài nguyên thiên nhiên từ việc sử dụng các vật liệu được tái chế, tiết kiệm diện tích bãi thải,...

b. Phương pháp tiếp cận đầu vào (Input approach)

Một trong những phương pháp được sử dụng để giảm lượng rác thải đó là nghiên cứu hướng tiếp cận đầu vào. Hướng tiếp cận này được thực hiện bằng ba phương pháp sau:

- Kéo dài thời hạn sử dụng của hàng hóa bằng cách nâng cao chất lượng và độ

bền của hàng hóa sẽ tăng thời hạn sử dụng và giảm lượng rác thải.

- Giảm bớt khối lượng vật liệu trong chế tạo hàng hóa đặc biệt là trong việc chạy đua theo các hình thức hấp dẫn để sản xuất ra những bao bì bắt mắt nhưng tốn rất nhiều nguyên liệu. Tại các nước công nghiệp phát triển, 40% sản lượng giấy, 14% sản lượng nhôm, 8% sản lượng thép dùng cho sản xuất bao bì, 40% lượng rác thải rắn là bao bì.

- Giảm bớt sự tiêu thụ: khi kinh tế phát triển nhanh chóng, song song với nó là quá trình công nghiệp hóa, đô thị hóa làm cho mức sống của con người ngày càng tăng cao. Ngoài những nhu cầu thiết yếu của con người còn có những nhu cầu nhiều khi không cần thiết và xa xỉ. Vì vậy, cần giảm bớt sự tiêu thụ để tiết kiệm nguyên liệu, năng lượng trong bối cảnh tài nguyên và môi trường đang gặp nhiều khó khăn như hiện nay.

c. Xử lý chất thải bằng công nghệ ép kiện

Phương pháp này được thực hiện trên cơ sở thu gom rác thải tập trung vào các nhà máy. Sau đó tiến hành phân loại rác thải, rồi nén ép rác thành những kiện rác rồi sử dụng chúng để đắp bờ chắn, san lấp các vùng đất trũng,...

- Phân loại rác thải là quá trình tách riêng các thành phần có trong chất thải rắn sinh hoạt, nhằm chuyển chất thải từ dạng hỗn tạp sang dạng tương đối đồng nhất. Quá trình này dùng để thu hồi những thành phần có thể tái chế và tách những chất thải độc hại và có phương pháp xử lý riêng.

- Nén ép rác là khâu quan trọng trong quá trình xử lý rác thải, ngay từ khi thu gom rác, ở các xe thu gom đã có bộ phận nén ép rác để tăng sức chứa, tăng hiệu suất chuyên chở và kéo dài thời gian phục vụ của bãi chôn lấp.

d. Xử lý chất thải bằng phương pháp đốt

- *Phương pháp đốt có không khí*: là giai đoạn xử lý cuối cùng được áp dụng cho những loại rác có các thành phần dễ cháy khi không thể xử lý bằng phương pháp khác. Phương pháp này có ưu điểm là: có khả năng tiêu hủy nhiều loại rác thải kể cả kim loại, thủy tinh, nhựa, cao su và một số chất thải nguy hại; thể tích rác thải có thể giảm 75 - 95%, thích hợp cho những nơi không có diện tích để chôn lấp; hạn chế tối đa vấn đề ô nhiễm môi trường do nước rác gây ra; năng lượng phát sinh do đốt rác có thể được tận dụng để sử dụng cho các lò hơi, lò sưởi và các ngành công nghiệp nhiệt, điện. Tuy nhiên, phương pháp này có một số nhược điểm như: khí thải từ các lò đốt có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường; vận hành dây chuyền phức tạp, đòi hỏi năng lực, kỹ thuật và tay nghề cao; giá thành đầu tư lớn, chi phí cao (Trần Hiệu Nhuệ và nnk, 2005).

- *Phương pháp đốt không có không khí (nhiệt giải)*: là phương pháp phân giải các rác thải hữu cơ trong điều kiện yếm khí ở nhiệt độ cao. Phương pháp này là một công nghệ sạch nhưng giá thành cao hơn so với các phương pháp khác.

e. Phương pháp chôn lấp

Đây là một hướng tiếp cận xử thải đang được áp dụng khá phổ ở nhiều nước, kể cả những nước có nền kinh tế phát triển trên thế giới. Với cách này, rác thải được tập trung tại các điểm thu gom rác, sau đó đưa ra các khu vực ngoại thành xa đô thị để chôn lấp theo một quy trình kỹ thuật đảm bảo vệ sinh. Thông thường, người ta tận dụng những khoảng đất thấp như thung lũng, hồ ao... để làm bãi chôn lấp.

Quản lý bãi chôn lấp bao gồm các công việc quy hoạch, thiết kế, vận hành, đóng cửa và kiểm soát sau khi đóng cửa hoàn toàn bãi chôn lấp. Trong đó, việc quy hoạch, hay được hiểu là lựa chọn địa điểm để xây dựng bãi chôn lấp, là công việc đầu tiên và cũng rất quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng của dự án. Vì nếu ta chọn được một vị trí phù hợp thì sẽ làm giảm thiểu những tác động xấu đến môi trường trong quá trình vận hành bãi, và do đó sẽ giảm được nguy cơ ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng.

Ưu điểm của phương pháp chôn lấp là (Lê Thạc Cán, 1995):

- Có thể xử lý một lượng lớn chất thải rắn;
- Chi phí điều hành các hoạt động của BCL không quá cao;
- Khi đóng bãi, có thể tận dụng bề mặt bãi làm khu vui chơi, công viên, sân golf,...
- Giá thành rẻ, chi phí ban đầu thấp.

Nhược điểm của phương pháp này là:

- Các bãi chôn lấp đòi hỏi diện tích lớn;
- Có thể gây ô nhiễm nước ngầm;
- Khí rác không được kiểm soát tốt có thể thoát ra khỏi bãi gây ô nhiễm không khí, có thể sản sinh ra khí metan, khí này có thể gây nổ;
- Có thể sẽ gặp sự phản đối của người dân và chính quyền địa phương.

Tuy nhiên, kinh nghiệm cho thấy hiện nay chôn lấp vẫn là biện pháp khá kinh tế trong xử lý chất thải.

e. Phương pháp ủ sinh học

Ủ sinh học là quá trình ổn định sinh hóa các chất hữu cơ để thành chất mùn, với thao tác sản xuất và kiểm soát một cách khoa học tạo môi trường tối ưu đối với quá trình.

Quá trình ủ được áp dụng với chất hữu cơ không độc hại, lúc đầu khử nước, sau đó xử lý cho nó trở nên xốp và ẩm. Chế độ nhiệt ẩm luôn được kiểm tra để giữ cho vật liệu luôn luôn ở trạng thái thiếu khí trong suốt thời gian ủ. Quá trình tự tạo ra nhiệt riêng nhờ quá trình oxy hóa sinh học các chất thối rữa. Sản phẩm cuối cùng của quá trình phân hủy là CO_2 , H_2O và các hợp chất hữu cơ khác như lignin, xenlulo, sợi,... Chất thải hữu cơ này được phân giải yếm khí bằng các vi sinh vật được nén lại thành các bánh phân hữu cơ. Phân này có tác dụng tăng độ phì nhiêu của đất, làm cho đất thêm tơi xốp, thấm nước nhiều hơn, hạn chế xói mòn mặt đất.

Tuy nhiên, phương pháp này cũng có một số nhược điểm là: gây mùi hôi thối, có thể gây dịch bệnh, việc phân loại rác thải hữu cơ từ rác thải chung cũng tốn công sức, tiền của. Chủ yếu sản phẩm là phân hữu cơ tinh, muốn có phân hữu cơ cao cấp phải bổ sung thêm các thành phần dinh dưỡng N, P, K và một số nguyên tố hóa học vi lượng hoặc một số phụ gia kích thích sinh trưởng.

f. Tình hình áp dụng các phương pháp xử lý chất thải rắn ở Việt Nam

- Phương pháp tái chế, tái sử dụng: đây là một phương pháp tất yếu trong điều kiện nền kinh tế còn khó khăn, đời sống của người dân còn thấp. Hầu hết các gia đình đều cố gắng tận dụng tối đa những vật dụng còn giá trị sử dụng hay đem bán với giá rẻ cho người khác hoặc bán ra các cửa hàng đồ cũ.

- Phương pháp ủ sinh học: hiện tại ở Việt Nam có 9 nhà máy chế biến phân hữu cơ tập trung tại Hà Nội, Nam Định, Thái Bình, Việt Trì, TP. Hồ Chí Minh, Bà Rịa – Vũng Tàu, Hải Phòng, Ninh Thuận và Huế.

Phương pháp chôn lấp là phương pháp được sử dụng phổ biến nhất, tuy nhiên chỉ khoảng 15% các bãi rác là hợp vệ sinh, đúng quy hoạch. Còn lại phần lớn là các bãi chôn tồn tại một cách tự phát ở các địa phương đang gây ra những bức xúc trong công tác quản lý đất đai và môi trường. Vì vậy, mà đòi hỏi việc quy hoạch các bãi chôn lấp chất thải rắn đúng theo các tiêu chuẩn, quy định ngày càng cấp bách.

1.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến việc lựa chọn bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt

1.2.1. Các yếu tố tự nhiên

a. Địa hình

Khu vực được chọn phải có đủ khả năng tiêu thoát nước, ngăn ngừa ứ đọng trong khu vực bãi chôn lấp và khu vực xung quanh. Vì vậy, chúng ta cần phải chú ý đến hướng dốc và độ dốc của bãi, nếu bãi chôn lấp ở nơi quá dốc thì sẽ làm nước rác bị rò rỉ ra bên ngoài, do đó cần phải chọn nơi bằng phẳng hoặc có độ dốc vừa phải. Nên tận dụng những nơi có địa hình trũng để xây dựng bãi chôn lấp nhằm tiết kiệm chi phí xây dựng.

Tùy thuộc vào các kiểu địa hình để lựa chọn các kiểu bãi chôn lấp cho phù hợp. Nếu ở những khu vực miền núi cao thì lựa chọn bãi chôn lấp chìm là thích hợp. Ở những nơi trũng, để giảm thiểu ảnh hưởng đến nguồn nước ngầm nên chọn bãi chôn lấp nổi. Còn những khu vực có độ cao vừa phải nên chọn kiểu bãi chôn lấp nửa chìm nửa nổi, như vậy vừa tiết kiệm được diện tích bãi chôn lấp, vừa tăng sức chứa của bãi.

b. Địa chất

Các bãi chôn lấp xây dựng ở những nơi có lớp đá nền phải chắc và đồng nhất, nên tránh vùng đá vôi, vùng có các vết nứt kiến tạo hay dễ bị rạn nứt. Trong trường hợp không còn cách nào khác thì đối với nền đá vôi phải thiết kế lớp chống thấm có hệ số thấm tối đa 10^{-7} cm/s, độ dày lớn hơn 1m (Bộ KH-CN và MT, 2001).

c. Thủy văn

Bãi chôn lấp phải được bố trí càng xa nguồn nước mặt, các dòng chảy càng tốt. Nguyên nhân là do bãi chôn lấp có thể bị rò rỉ nước chất thải gây ô nhiễm nước mặt và nước ngầm, ảnh hưởng trực tiếp đến những người sử dụng nguồn nước bị ô nhiễm đó.

d. Khí hậu

Khí hậu có ảnh hưởng đến việc lựa chọn địa điểm của bãi chôn lấp, nhất là gió. Bãi chôn lấp chất thải rắn nên bố trí ở cuối hướng gió, vì gió sẽ đưa mùi của rác khuếch tán ra xung quanh. Ngoài ra, cần chú ý đến cả lượng mưa của khu vực, nên tránh những nơi hay xảy ra ngập lụt.

e. Thổ nhưỡng

Đất cần phải mịn để làm chậm quá trình rò rỉ, hàm lượng sét phải cao để tăng cường khả năng hấp phụ và giảm quá trình thẩm thấu. Đồng thời, đất phải có đủ sự ổn định để chịu được tải của bãi chôn lấp và mọi hoạt động khi vận hành bãi.

f. Hệ sinh thái

Khu vực xây dựng bãi chôn lấp không nằm trong hoặc gây tác động đến khu vực có nguồn tài nguyên khoáng sản phong phú và có trữ lượng lớn. Đặc biệt với các hệ tài nguyên sinh thái động thực vật nhạy cảm, nằm trong danh mục các tài nguyên quý hiếm cần được bảo tồn cần phải có khoảng cách ly an toàn tối thiểu là 1000m.

1.2.2. Các yếu tố kinh tế - xã hội

a. Hiện trạng và quy hoạch sử dụng đất

Thông tin về tình hình sử dụng đất sẽ cho chúng ta biết được sự phân bố các loại hình sử dụng đất ở thời điểm hiện tại cũng như trong tương lai gần. Các bãi chôn lấp cần được xây dựng theo quy hoạch của cơ quan nhà nước có thẩm quyền. Thông thường, các bãi chôn lấp thường được tận dụng những loại đất chưa sử dụng. Nhưng nếu không thể bố trí trên loại đất này thì cần lựa chọn loại đất khác sao cho khó khăn trong công tác đền bù và giải phóng mặt bằng được giảm đến mức tối đa.

b) Ý kiến của cộng đồng dân cư và chính quyền địa phương

Đây là một yếu tố rất quan trọng vì bãi chôn lấp sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường đất, nước, không khí. Từ đó gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe của người cộng đồng xung quanh khu vực đặt bãi chôn lấp. Do đó, hầu hết các dự án xây dựng bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt đều vấp phải sự phản đối quyết liệt của người dân. Họ không đồng ý đặt bãi rác ở khu vực họ sinh sống, thậm chí họ còn chặn xe rác, đập vỡ kính để không cho xe rác vào. Chính vì vậy, cần tăng tối đa khoảng cách tới các khu dân cư.

Việc lựa chọn vị trí bãi chôn lấp không chỉ liên quan đến người dân mà cần nâng cao sự chấp thuận của chính quyền địa phương và phối hợp với công ty môi trường để

làm tốt công tác quản lý và vận hành bãi.

c) Các khu di tích lịch sử, văn hóa và du lịch

Các điểm di tích, văn hóa, du lịch thường yêu cầu môi trường phải xanh – sạch – đẹp để thu hút khách tham quan. Vì vậy cần bố trí bãi chôn lấp càng xa các địa điểm này càng tốt. Khoảng cách tối thiểu cho phép là 1000m (Bộ KH-CN và MT, 2001).

d) Tình hình kinh tế

Cần đánh giá khả năng tăng trưởng kinh tế của khu vực để xác định quy mô bãi chôn lấp và các loại chất thải chủ yếu. Điều tra thông tin về hiện trạng kinh tế, cần chú ý đến sự phân bố và số lượng các khu công nghiệp, các cơ sở sản xuất kinh doanh, các ngành công nghiệp khai khoáng,...

1.2.3. Các yếu tố cơ sở hạ tầng

a) Giao thông

Đây là một trong những yếu tố rất quan trọng liên quan đến vấn đề vận chuyển và thu gom rác. Nếu khoảng cách từ các điểm thu gom rác đến bãi rác quá xa sẽ gây tốn kém và có thể gây ô nhiễm môi trường trên tuyến đường vận chuyển nhiều hơn. Như vậy, cần giảm khoảng cách vận chuyển từ các nguồn phát sinh rác đến bãi chôn lấp.

b) Mạng lưới điện, nước

Mạng lưới điện nước cần để vận hành bãi chôn lấp, kiểm soát hệ thống nước rác, khí rác. Nên chọn những vùng có hệ thống điện nước tốt để giảm chi phí cho việc xây dựng và lắp đặt hệ thống.

1.3. Một số chỉ tiêu trong lựa chọn địa điểm bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt

Quy mô bãi chôn lấp CTRSH được quy định tại Thông tư 01/2001 liên bộ Khoa học, Công nghệ, Môi trường và Bộ Xây dựng. Các nội dung chính được thể hiện ở bảng 1.1.

Bảng 1.1. Phân loại quy mô bãi chôn lấp chất thải rắn (nguồn: TTTL 01/2001)

STT	Loại bãi	Dân số	Lượng rác	Diện tích
1	Nhỏ	≤ 100.000	20.000 tấn/năm	≤ 10 ha
2	Vừa	100.000 – 300.000	65.000 tấn/năm	10–30ha
3	Lớn	300.000 – 1.000.000	200.000 tấn/năm	30–50ha
4	Rất lớn	$\geq 1.000.000$	> 200.000 tấn/năm	≥ 50 ha

Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam 261-2001 cũng quy định một số tiêu chuẩn về địa điểm bố trí bãi chôn lấp CTRSH (bảng 1.2). Theo đó, địa điểm bãi chôn lấp phải được xác định theo quy hoạch sử dụng đất của cơ quan nhà nước có thẩm quyền đã phê duyệt. Việc lựa chọn địa điểm bãi chôn lấp phải căn cứ vào các yếu tố tự nhiên, kinh

tế, xã hội và hệ thống cơ sở hạ tầng của khu vực dự kiến xây dựng bãi chôn lấp.

*Bảng 1.2. Khoảng cách thích hợp khi lựa chọn bãi chôn lấp CRTSH
(theo TCXDVN 261-2001)*

Đối tượng cần cách ly	Đặc điểm và quy mô các công trình	Khoảng cách tới bãi chôn lấp (m)		
		BCL nhỏ	BCL vừa	BCL lớn
Đô thị	Các thành phố, thị xã	3000-5000	5.000-15.000	15.000-30000
Sân bay, khu công nghiệp, hải cảng	Quy mô nhỏ đến lớn	1.000-2.000	2000-3.000	3000-5.000
Thị trấn, thị tứ, cụm dân cư ở đồng bằng và trung du	≥ 15 hộ: - Cuối hướng gió - Các hướng khác	1000 300		
Cụm dân cư miền núi	theo khe núi (có dòng chảy xuống)	3.000	>5.000	>5.000
Công trình khai thác nước ngầm	CS <100 m ³ /ng	50-100	≥100	≥500
	CS 100-10.000 m ³ /ng	>100	>5.000	>1.000
	CS ≥10.000 m ³ /ng	>500	>1.000	>5.000
Khoảng cách tới đường giao thông	Quốc lộ, tỉnh lộ	≥100	≥300	≥500

Chú thích: Khoảng cách trong bảng trên được tính từ vành đai công trình đến hàng rào bãi chôn lấp.

1.4. Tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước về phương pháp lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt.

Những tác động xấu của chất thải tới môi trường khiến các nhà quản lý đã quan tâm đặc biệt đến việc xử lý chất thải, trong đó có việc quy hoạch vị trí bãi chôn lấp chất thải rắn.

Ngay từ những năm 70 của thế kỷ trước, các nhà khoa học Mỹ đã tiếp cận kỹ thuật phân tích đa chỉ tiêu (Multicriteria analysis) và chồng xếp bản đồ (Overlapping Map) để lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt. Cuối những năm 80, việc nghiên cứu về lựa chọn địa điểm đã lan lan rộng sang các nước Châu Âu và một số quốc gia phát triển ở Châu Á. Trong những năm gần đây, nổi lên một số nghiên cứu ứng dụng GIS trong việc lựa chọn địa điểm bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt ở Malaysia, Hy Lạp, Nhật Bản, Đài Loan,...

Ở Malaysia, các tác giả đã sử dụng phương pháp phân tích đa chỉ tiêu (được tích hợp bởi hai thuật toán là Quá trình phân tích phân cấp (AHP – Analytic Hierachy Process) và liên kết trọng số tuyến tính (WLC – weighted Linear Combination) để giải quyết bài toán này. Quy trình này gồm 2 bước chính, đầu tiên dựa vào các chỉ tiêu giới hạn về vị trí bãi chôn lấp để phân tích các dữ liệu không gian đầu vào nhằm xác định

các khu vực tiềm năng, sau đó xác định trọng số cho các chỉ tiêu và từ đó tính điểm cho các khu vực tiềm năng (Mokhotar và nnk, 2008).

Trong một nghiên cứu khác, nhóm tác giả Karkazi và nnk (2001) với một cách tiếp cận khác là phân tích dữ liệu đầu vào theo logic mờ (fuzzy logic). Phương pháp này được áp dụng khi các chỉ tiêu đưa ra không đòi hỏi quá chính xác, cụ thể, ranh giới của các khu vực không rõ ràng mà là phân cách dần dần. Điểm khác biệt ở phương pháp này so với các phương pháp khác là các chỉ tiêu không cần chính xác, nó được tính gián tiếp thông qua các quy tắc xác định dựa trên khoảng cách từ một điểm đến một đối tượng.

Theo phương pháp chồng xếp bản đồ (Map Overlay) và cách tiếp cận boolean logic, tác giả Makibinyane Thoso (2007) đã nghiên cứu thử nghiệm tại thủ đô của Nam Phi. Yếu tố đầu vào là các bản đồ, các bản đồ này sẽ chỉ ra các vùng thích hợp (giá trị boolean là 1) hay không thích hợp (giá trị boolean là 0) cho từng chỉ tiêu. Các bản đồ này được chồng xếp với nhau tạo ra bản đồ giới hạn cuối cùng. Trong số các chỉ tiêu giới hạn đề ra, tác giả lựa chọn 2 chỉ tiêu quan trọng hơn cả là khoảng cách tới bề nguồn nước mặt và khoảng cách tới đường sắt để xây dựng bản đồ hệ số (factor maps). Bản đồ hệ số khác với bản đồ giới hạn là nó thể hiện sự phân loại mức độ thích hợp từ ít thích hợp đến thích hợp nhất. Tuy nhiên, hệ số này được gán rất đơn giản, theo chủ quan của người ra quyết định. Cuối cùng là thao tác chồng xếp bản đồ giới hạn và bản đồ hệ số để cho ra bản đồ thích hợp nhất.

Nhìn chung, việc ứng dụng GIS và việc phân tích đa chỉ tiêu để tìm địa điểm bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt được áp dụng khá hiệu quả trên thế giới. Còn ở Việt Nam, lĩnh vực này mới chỉ thực hiện một cách tương đối tự phát, chủ yếu lựa chọn các chỉ tiêu đơn giản. Năm 2001, Thông tư liên tịch số 01/2001/ BKHCNMT – BXD được đưa ra để hướng dẫn việc lựa chọn địa điểm, xây dựng và vận hành bãi chôn lấp chất thải rắn. Tuy nhiên, mới chỉ có rất ít các nhà khoa học nghiên cứu lĩnh vực này. Điển hình là tập thể tác giả thuộc Đại học Đà Nẵng đã tiến hành xác định vị trí bãi chôn lấp chất thải rắn ở Đông Nam, Khánh Sơn, Đà Nẵng. Trước tiên, các tác giả xác định các chỉ tiêu giới hạn phù hợp với khu vực nghiên cứu, sau đó xác định những vùng đệm để phát hiện và loại bỏ những khu vực không phù hợp. Trên cơ sở đó, lựa chọn sơ bộ ra những khu vực tiềm năng. Và cuối cùng, kết hợp với điều tra, khảo sát các vấn đề kinh tế - xã hội liên quan khác. Sau đó, đề tài này đã phát triển thành phần mềm Landfill, tuy nhiên, việc xác định trọng số của các chỉ tiêu chưa được xác định rõ ràng.

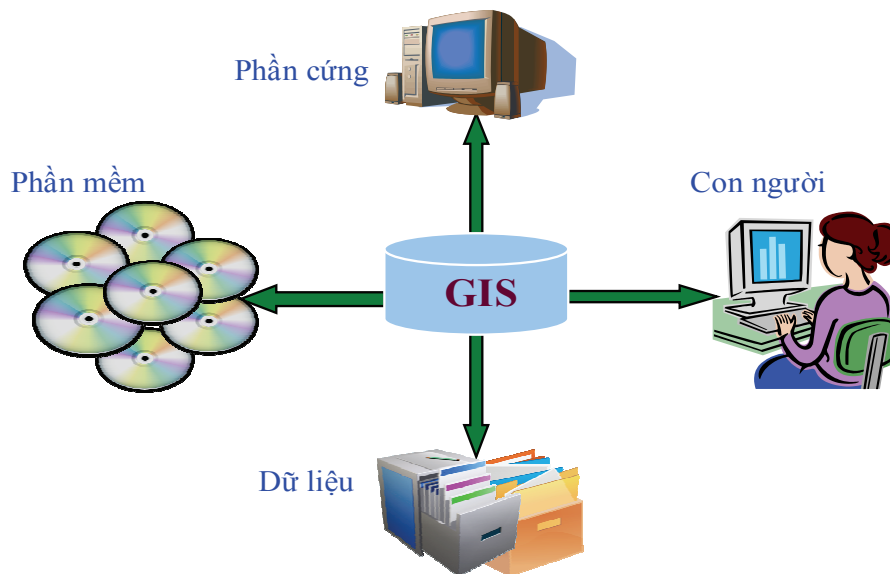
Như vậy, nhu cầu thực tế ở Việt Nam hiện nay là cần có một quy trình và phương pháp tính toán cụ thể hơn nữa để hỗ trợ cho các nhà quy hoạch tìm được vị trí tối ưu để chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt, giảm thiểu các tác động về kinh tế, xã hội và môi trường.

CHƯƠNG 2. QUY TRÌNH LỰA CHỌN ĐỊA ĐIỂM BỐ TRÍ BÃI CHÔN LẤP CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT BẰNG GIS VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH ĐA CHỈ TIÊU

2.1. Khái niệm về GIS

Thuật ngữ GIS là chữ viết tắt của các từ Geographic Information System - Hệ thông tin địa lý. GIS được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực của đời sống trong khoảng từ những năm 1980 tới nay cùng với sự bùng nổ của công nghệ thông tin. “GIS là tổ hợp các phần cứng, phần mềm máy tính, dữ liệu địa lý, nhân sự được thiết kế để thu thập, lưu trữ, cập nhật, xử lý, phân tích và mô hình hóa tất cả các dạng thông tin có quy chiếu địa lý” (ESRI, 2006)

Từ định nghĩa ta thấy các hợp phần của GIS bao gồm phần cứng, phần mềm, phần dữ liệu và phần con người.



Hình 2.1. Các hợp phần của GIS.

Từ các thành phần của GIS ta thấy GIS có chức năng nhập dữ liệu: đưa thể giới thực vào trong cơ sở dữ liệu, quản lý dữ liệu (lưu trữ/ truy cập), xử lý và phân tích dữ liệu, xuất dữ liệu. Mỗi chức năng là một khâu trong cả hệ thống xử lý GIS. Trong các chức năng trên thì tìm kiếm và phân tích không gian là chức năng quan trọng nhất của GIS. Một số phép phân tích không gian hay được sử dụng trong đề tài là: phân tích vùng đệm, phân tích mạng, chồng xếp các lớp thông tin, v.v..

a. Phép phân tích vùng đệm

Dùng để tạo vùng đệm nhằm khoanh vùng các đối tượng địa lý với bán kính xác định. Việc tạo vùng đệm có thể thực hiện cho rất nhiều kiểu đối tượng bao gồm cả

điểm, đường, vùng. Ví dụ: khi nghiên cứu sự ô nhiễm không khí, vùng mở rộng tính từ nguồn là một hàm của mức độ ô nhiễm tính từ mỗi nguồn điểm. Trong trường hợp này, chiều rộng của vùng bị ô nhiễm sẽ có các mức khác nhau tùy theo mức độ ô nhiễm. Lợi ích của việc tạo vùng đệm trong phân tích không gian là tạo nên các vùng có cùng khoảng cách với một đối tượng lựa chọn. Chức năng này rất có ích cho việc phân tích mối quan hệ về sự phân bố và tác động giữa các đối tượng không gian (Đặng Văn Đức, 2001).

b. Phân tích chồng xếp các lớp thông tin (overlay)

Phân tích chồng xếp là xử lý mối quan hệ logic và tổ hợp thông tin không gian của nhiều lớp thành một lớp riêng biệt, chứa đựng thông tin mới. Có 2 dạng là chồng xếp lớp thông tin raster và chồng xếp lớp thông tin vector:

- Chồng xếp lớp thông tin raster: Trong mỗi lớp raster, mặt phẳng được chia bằng một lưới thành nhiều ô nhỏ gọi là cell hay pixel. Mỗi pixel chứa thông tin về một đối tượng hay một sự hợp phần của đối tượng. Các ô trong ma trận được tổ chức theo hàng và cột, mỗi ô chứa một giá trị nhất định và có kích thước bằng nhau. Giá trị tại mỗi vị trí trên một ma trận được tổ hợp với giá trị tương ứng trên ma trận khác để tạo ra giá trị mới.

- Chồng xếp lớp thông tin vector: Dữ liệu vector trong GIS là sự phản ánh thế giới thực thông qua các phần tử sơ cấp dạng điểm, đường, vùng được mô tả bởi các thuộc tính đi kèm và mối quan hệ không gian (topology) giữa chúng. Việc chồng xếp các lớp thông tin vector được thực hiện dựa trên việc đánh giá mối quan hệ topology giữa các đối tượng. Ví dụ các thông tin về topology của các đối tượng dạng đường bao gồm nối tiếp nhau, cắt nhau, chung cạnh,...

c. Phân tích mạng

Một trong những ứng dụng của phân tích mạng là vạch đường đi và phân định vị trí. Vạch đường đi nghĩa là tìm đường đi ngắn nhất giữa hai điểm bất kỳ trong mạng lưới. Việc lựa chọn tuyến đi có thể được thực hiện trên dữ liệu raster. Kết quả đưa ra có thể là nhiều tuyến đi được vạch ra và ta có thể lựa chọn tuyến đi tối ưu. Trong đề tài này, chức năng phân tích mạng được sử dụng để tính toán khối lượng vận chuyển rác thải từ các điểm thu gom tới các vị trí tiềm năng.

2.2. Phương pháp phân tích đa chỉ tiêu (MCA)

Phương pháp phân tích đa chỉ tiêu (MCA: Multi-Criteria Analysis) là một phép phân tích tổ hợp các chỉ tiêu khác nhau để cho ra một kết quả cuối cùng. MCA chủ yếu được ứng dụng để đánh giá tác động của một quá trình đến môi trường, hỗ trợ bài toán quy hoạch để lựa chọn vị trí phù hợp nhất cho mục đích xác định. Các bước của MCA bao gồm:

2.2.1 Định ra các chỉ tiêu

Đây là bước đầu tiên của bài toán. Để tìm ra một vị trí thích hợp phải định ra các

chỉ tiêu khác nhau. Các chỉ tiêu này được định ra dựa trên những cơ sở khoa học và căn cứ pháp lý. Nó là cơ sở để giúp ta thu thập các dữ liệu đầu vào và qua các chức năng phân tích không gian của GIS chúng ta sẽ có những thông tin cần thiết.

Ví dụ: địa điểm thích hợp cho một bãi chôn lấp CTRSH gồm nhóm 3 chỉ tiêu:

- Chỉ tiêu kinh tế: bãi chôn lấp nên xây dựng ở khu vực đất chưa sử dụng, đất có hiệu quả kinh tế thấp, giảm chi phí vận chuyển từ điểm thu gom tới các bãi chôn lấp.
- Chỉ tiêu xã hội: tăng tối đa khoảng cách tới các khu dân cư, cụm dân cư, phải được sự chấp thuận của cộng đồng.
- Chỉ tiêu môi trường: để giảm sự ô nhiễm không khí thì bãi chôn lấp cần xây dựng ở cuối hướng gió, xa các điểm đông người.

2.2.2. Phân nhóm các chỉ tiêu

Tùy từng mục đích cụ thể mà các chỉ tiêu có tầm quan trọng khác nhau, vì vậy mà cần phải sắp xếp các chỉ tiêu theo từng mục đích riêng biệt. Có 2 cách tiếp cận để phân khoảng các chỉ tiêu, đó là cách tiếp cận kiểu Boolean và cách tiếp cận kiểu nhân tổ phân loại hoặc liên tục.

a. Cách tiếp cận kiểu Boolean

Với cách tiếp cận này toàn bộ khu vực nghiên cứu sẽ phân vùng thành 2 nhóm là vùng thích hợp (mang giá trị 1), vùng không thích hợp (mang giá trị 0). Ví dụ, bãi chôn lấp phải nằm cách nguồn nước mặt 500m, có nghĩa là những vùng nằm cách nguồn nước mặt > 500m là thích hợp và do đó mang giá trị 1, những vùng khác là không thích hợp, do đó mang giá trị 0. Cách tiếp cận này có nhược điểm là coi các yếu tố đều quan trọng như nhau. Do đó không thể áp dụng đối với các chỉ tiêu phức tạp.

b. Cách tiếp cận nhân tổ phân loại hoặc liên tục

Cách tiếp cận này rất có ích khi các chỉ tiêu có mức độ ảnh hưởng khác nhau. Nếu các giá trị của các chỉ tiêu biến thiên liên tục và có sự tương quan rõ ràng thì ta sẽ xác lập được một thang tỷ lệ liên tục, các dữ liệu giá trị cần được lập lại tỷ lệ theo phép định lại tỷ lệ kiểu tuyến tính:

$$X_i = (x_i - x_{\min i}) / (x_{\max i} - x_{\min i}) \quad (2.1)$$

Trong đó:

X_i : Định lại điểm số của nhân tố i

x_i : Điểm gốc

$x_{\min i}$: Điểm nhỏ nhất

$x_{\max i}$: Điểm lớn nhất

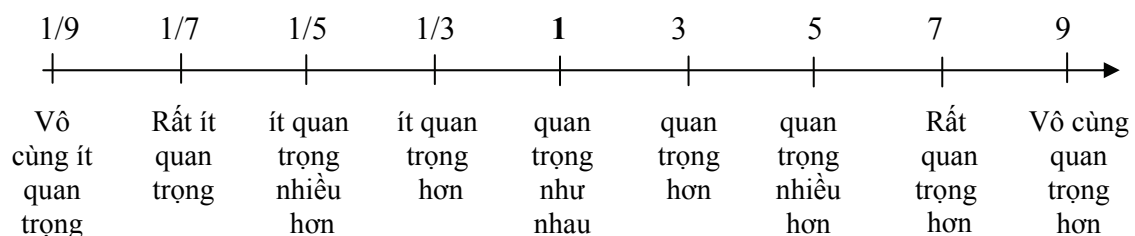
Nếu các giá trị của các chỉ tiêu biến thiên liên tục nhưng không có tương quan rõ ràng hoặc các giá trị không được thể hiện dưới dạng số thì các giá trị đó được xếp theo thang tỷ lệ phân loại.

Ví dụ: chỉ tiêu về chỉ tiêu hiện trạng sử dụng đất cho việc tìm kiếm bãi chôn lấp chất thải rắn có thể phân loại như sau: đất chưa sử dụng: 4 điểm (rất thích hợp), các loại đất nông nghiệp: 3 điểm (thích hợp), đất nhà tạm, nghĩa địa: 2 điểm (ít thích hợp), đất hoạt động sản xuất, đất làng nghề: 1 điểm (có thể tạm chấp nhận), các mục đích sử dụng khác: 0 điểm (không thích hợp).

2.2.3. Xác định trọng số các chỉ tiêu

Có rất nhiều phương pháp để xác định trọng số của các chỉ tiêu. Phương pháp tính trọng số được sử dụng trong đề tài là phương pháp Quá trình phân tích phân cấp (Analytical Hierarchy Process – AHP). Ưu điểm của phương pháp AHP là dễ thực hiện, có cấu trúc rõ ràng và làm rõ được quan hệ giữa các cặp yếu tố. Đây là kỹ thuật do Giáo sư T. Saaty nghiên cứu và phát triển vào những năm 1980. Quy trình gồm 4 bước chính:

1. Phân rã một tình huống phi cấu trúc thành các thành phần nhỏ.
2. Sắp xếp các thành phần hay các chỉ tiêu theo một thứ tự phân cấp.
3. Gán giá trị số cho những so sánh chủ quan về mức độ quan trọng của các chỉ tiêu. Việc so sánh này được thực hiện giữa các cặp chỉ tiêu với nhau và được tổng hợp lại thành một ma trận vuông cấp n (có n dòng và n cột, n là số chỉ tiêu). Phần tử a_{ij} thể hiện mức độ quan trọng của chỉ tiêu ở hàng i so với chỉ tiêu ở cột j . Mức độ quan trọng của các chỉ tiêu được đánh giá dựa trên ý kiến chủ quan của các chuyên gia (hình 2.2).
4. Tính toán và tổng hợp kết quả để xác định mức độ quan trọng của các chỉ tiêu:
 - Chuẩn hóa mức độ quan trọng của các chỉ tiêu bằng cách lấy giá trị của mỗi ô trong mỗi một cột chia cho giá trị của tổng cột đó.
 - Tính giá trị trung bình của từng dòng trong ma trận cho ra trọng số tương ứng của các chỉ tiêu (hình 2.3).



Hình 2.2. Thang điểm so sánh mức độ quan trọng của các chỉ tiêu trong phương pháp AHP (các giá trị trung gian là $1/2$, $1/4$, $1/6$, $1/8$, 2 , 4 , 6 , 8).

Mức độ quan trọng của các chỉ tiêu

	X1	X2	X3
X1	1	1/4	1/5
X2	4	1	1
X3	5	1	1
Tổng	10	2.25	2.2

Chuẩn hóa ma trận

	X1	X2	X3
X1	0.1	0.111	0.091
X2	0.4	0.444	0.455
X3	0.5	0.444	0.455
Tổng	1	1	1

Trọng số chung

X1	0.101
X2	0.433
X3	0.466

Hình 2.3. Ví dụ về mức độ quan trọng của các chỉ tiêu và cách tính trọng số.

Khi thực hiện đánh giá các chỉ tiêu, mức độ quan trọng của các chỉ tiêu được đánh giá phụ thuộc vào ý kiến chủ quan của người đưa ra quyết định. Chính vì vậy, nó không thể đảm bảo được tính khách quan của vấn đề. Để đánh giá tính hợp lý của các giá trị về mức độ quan trọng của các chỉ tiêu, ta có thể sử dụng tỷ số nhất quán của dữ liệu (Consistency Ratio – CR) do T. Saaty đề xuất (Saaty, 2001). Tỷ số này so sánh mức độ nhất quán với tính khách quan (ngẫu nhiên) của dữ liệu:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.2)$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \times \left[\frac{\sum_{i=1}^n w_{1i}}{w_{11}} + \frac{\sum_{i=1}^n w_{2i}}{w_{22}} + \frac{\sum_{i=1}^n w_{3i}}{w_{33}} + \dots \right]$$

CR : Tỷ số nhất quán

CI : Chỉ số nhất quán (Consistency Index)

RI : Chỉ số ngẫu nhiên (Random Index)

λ_{max} : Giá trị đặc trưng của ma trận

n : số chỉ tiêu

w : giá trị của các chỉ tiêu đã được chuẩn hóa của hàng i tương ứng với cột i

Đối với mỗi ma trận so sánh cấp n , Saaty đã thử nghiệm tạo ra các ma trận ngẫu nhiên và tính chỉ số CI trung bình của chúng và gọi là chỉ số ngẫu nhiên (RI):

Bảng 2.1. Giá trị RI tương ứng với số lượng chỉ tiêu n

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Giá trị tỷ số nhất quán $CR < 0.1$ là chấp nhận được, nếu lớn hơn đòi hỏi người đưa ra quyết định thu giảm sự không đồng nhất bằng cách thay đổi giá trị mức độ quan trọng giữa các cặp chỉ tiêu.

2.2.4. Tích hợp các chỉ tiêu

Sau khi đã phân khoảng và tính trọng số của các chỉ tiêu thì việc tích hợp chúng

cho ta tính được chỉ số thích hợp hay kết quả cuối cùng của các chỉ tiêu. Chỉ số thích hợp S được tính theo công thức (Saaty, 2001):

$$S = \sum_{i=1}^n (W_i \times X_i) \quad (2.3)$$

S : chỉ số thích hợp;

W_i : Trọng số của các chỉ tiêu;

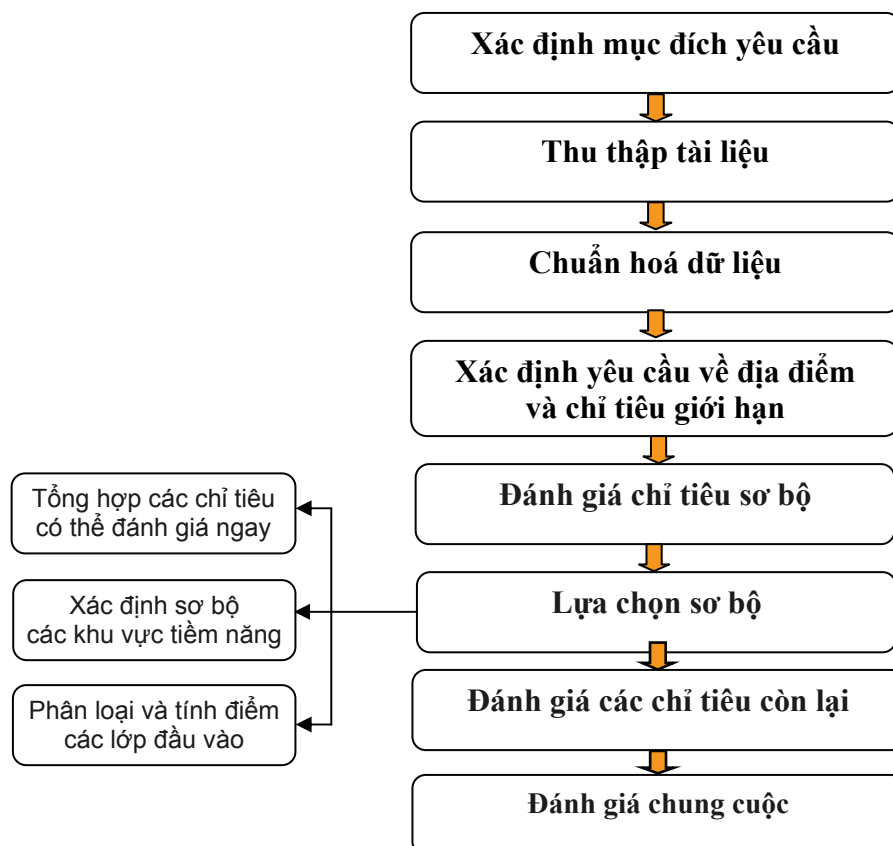
X_i : Điểm của các chỉ tiêu;

n : Số lượng chỉ tiêu.

Kết quả cuối cùng của phân tích đa chỉ tiêu sẽ cho ta chỉ số thích hợp của từng vị trí. Trên cơ sở đó, người đưa ra quyết định sẽ lựa chọn phương án thích hợp nhất là một trong số các phương án có chỉ số cao nhất.

2.3. Quy trình lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt

Dựa trên những phân tích trên, đề tài xin đưa ra quy trình lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt dựa trên cơ sở ứng dụng phần mềm ArcGIS (hình 2.4).



Hình 2.4. Quy trình lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt

Quy trình được chia làm 3 giai đoạn:

a. Giai đoạn chuẩn bị

Đây là giai đoạn đầu tiên của quy trình. Trong giai đoạn này cần thực hiện các

bước sau:

Bước 1: Xác định mục đích yêu cầu của bài toán

Mục đích là tìm hiểu đặc điểm tự nhiên, kinh tế, xã hội của khu vực cần nghiên cứu, yêu cầu, nhiệm vụ đặt ra của bài toán.

Bước 2: Thu thập tài liệu

Thu thập các tài liệu: bản đồ địa hình, bản đồ hiện trạng sử dụng đất, bản đồ quy hoạch sử dụng đất, bản đồ địa chất khoáng sản, các số liệu thống kê, báo cáo quy hoạch của khu vực.

Các tài liệu chuyên môn cần thu thập là các quy định pháp lý, quy phạm kỹ thuật về lựa chọn bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt. Các tài liệu này gồm: Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam (TCXDVN 261:2001), tiêu chuẩn thiết kế bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt, các thông tư liên tịch, các quy định về bảo vệ môi trường đối với việc lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt,...

Bước 3: Chuẩn hóa dữ liệu

Từ các bản đồ thu thập được tiến hành chuẩn hóa và chuyển đổi về cơ sở dữ liệu của phần mềm ArcGIS.

Bước 4: Xác định yêu cầu về địa điểm và chỉ tiêu giới hạn

Việc xác định các yêu cầu của bãi chôn lấp (quy mô, loại bãi,...) và đề ra các chỉ tiêu giới hạn là cơ sở để tiến hành lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt. Bước này được thực hiện dựa trên những quy định, quy phạm và đặc điểm tự nhiên, kinh tế xã hội của khu vực cần nghiên cứu.

b. Giai đoạn lựa chọn sơ bộ

Vì diện tích khu vực tìm kiếm rất rộng lớn nên để giảm miền tìm kiếm chúng ta phải lựa chọn một số chỉ tiêu có thể đánh giá ngay để thực hiện đánh giá sơ bộ nhằm tìm ra những vị trí tiềm năng cho giai đoạn tiếp theo.

Bước 1: Đánh giá các chỉ tiêu sơ bộ

Các chỉ tiêu dùng để đánh giá sơ bộ sẽ được thực hiện dựa trên việc phân tích không gian của GIS.

Bước 2: Lựa chọn sơ bộ

Mục đích của bước này là làm giảm diện tích vùng tìm kiếm. Do khu vực tìm kiếm rất rộng lớn, vì vậy sẽ rất khó xác định khu vực thích hợp cho bãi chôn lấp chất thải rắn. Ta sẽ chọn các chỉ tiêu có thể đánh giá dễ dàng theo các quy định, sau đó sẽ phân loại và tính điểm của các yếu tố đầu vào như dân cư, giao thông, nguồn nước,... Để phân loại và tính điểm các yếu tố theo chỉ tiêu trên, đầu tiên tạo các raster khoảng cách tới các yếu tố đó, rồi dựa vào lớp raster khoảng cách này ta sẽ phân khoảng và tính điểm cho các lớp.

Tuy nhiên không phải các chỉ tiêu đều có mức độ thích hợp như nhau, ví dụ như

bãi chôn lấp chất càng xa khu dân cư càng tốt, nhưng lại không nên quá xa đường giao thông vì sẽ làm tăng chi phí vận chuyển của bãi chôn lấp, không nên quá gần đường giao thông sẽ ảnh hưởng tới người đi trên đường do mùi của bãi chôn lấp chất gây ra. Nên chúng ta cần phân khoảng và tính điểm phù hợp với từng chỉ tiêu.

Sau khi gán điểm cho các lớp raster, cộng các raster thành phần lại để được một lớp raster tổng. Những khu vực nào không có giá trị hoặc giá trị quá thấp sẽ bị loại bỏ.

c. Giai đoạn lựa chọn cuối

Từ một số khu vực tiềm năng, tiến hành đánh giá và sàng lọc tiếp để tìm ra khu vực phù hợp nhất. Giai đoạn này gồm 2 bước:

Bước 1: Đánh giá các chỉ tiêu còn lại

Những chỉ tiêu nào chưa tham gia vào đánh giá sơ bộ thì sẽ được lựa chọn để đánh giá chính xác. Việc đánh giá chỉ cần thực hiện cho các khu vực tiềm năng đã chọn ra ở bước đánh giá sơ bộ. Ngoài ra, chúng ta còn phải đi khảo sát, điều tra thực địa để xem nhu cầu và mức độ chấp thuận của chính quyền và người dân địa phương.

Bước 2: Đánh giá chung cuộc

Các khu vực tiềm năng được đánh giá tổng hợp theo toàn bộ các chỉ tiêu nhằm mục đích lựa chọn khu vực phù hợp nhất. Trên cơ sở điểm thành phần và trọng số của các chỉ tiêu, tiến hành tính điểm chung cuộc của các khu vực tiềm năng theo công thức:

$$S_j = \sum_{i=1}^n (W_i \times X_{ij}) \quad (2.4)$$

S_j : Chỉ số thích hợp (điểm chung) của khu vực j

W_i : Trọng số của chỉ tiêu i

X_{ij} : Điểm của khu vực tiềm năng j theo chỉ tiêu i

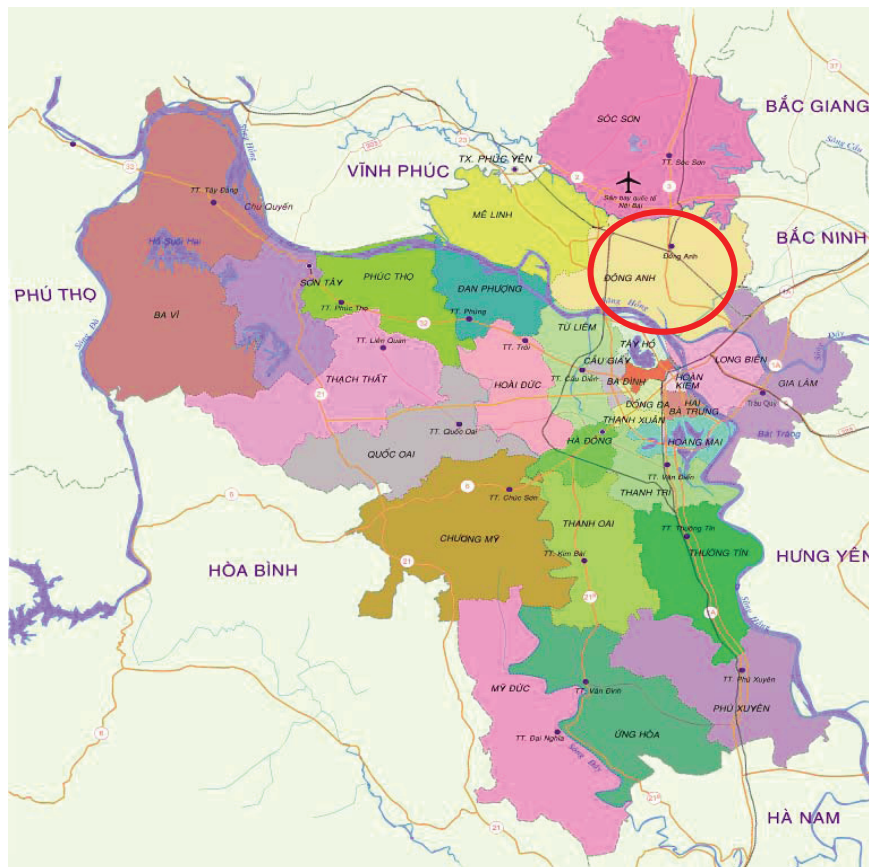
n : Tổng số chỉ tiêu

Kết quả là khu vực nào có giá trị cao nhất sẽ được lựa chọn.

CHƯƠNG 3. LỰA CHỌN ĐỊA ĐIỂM BỐ TRÍ BÃI CHÔN LẤP CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT TRÊN ĐỊA BÀN HUYỆN ĐÔNG ANH

3.1. Giới thiệu về khu vực nghiên cứu

Huyện Đông Anh nằm ở phía Bắc thành phố Hà Nội, với tổng diện tích tự nhiên là 182,139 km² (hình 3.1).



Hình 3.1. Vị trí huyện Đông Anh trong thành phố Hà Nội

- Phía Đông, Đông Bắc của huyện giáp tỉnh Bắc Ninh
- Phía Đông Nam giáp huyện Gia Lâm, Hà Nội
- Phía Tây giáp huyện Mê Linh, Hà Nội
- Phía Nam giáp sông Hồng
- Phía Bắc giáp huyện Sóc Sơn, Hà Nội

Huyện Đông Anh bao gồm 1 thị trấn (TT. Đông Anh) và 23 xã: Bắc Hồng, Cổ Loa, Dục Tú, Đại Mạch, Đông Hội, Hải Bối, Kim Chung, Kim Nỗ, Liên Hà, Mai Lâm, Nam Hồng, Nguyên Khê, Tàm Xá, Thụy Lâm, Tiên Dương, Uy Nỗ, Vân Hà, Vân Nội,

Việt Hùng, Vồng La, Xuân Canh, Xuân Nộn, Vĩnh Ngọc. Huyện nằm trong vùng quy hoạch phát triển công nghiệp, đô thị, dịch vụ và du lịch.

Căn cứ theo số liệu của phòng Thống kê - UBND huyện Đông Anh, dân số của huyện tính đến năm 2003 là 276750 người, mật độ trung bình là 1544 người/km².

3.2. Lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt

3.2.1. Căn cứ xác định vị trí bãi chôn lấp

a. Xác định quy mô bãi chôn lấp

Theo quy định của TCXDVN 261:2001 và Thông tư liên tịch 01/2001, căn cứ vào diện tích, dân số và lượng chất thải phát sinh của huyện Đông Anh là khoảng 45000 tấn/năm thì quy mô bãi chôn lấp là thuộc loại vừa, với diện tích lớn hơn 10ha.

Bảng 3.1. Các lớp dữ liệu của cơ sở dữ liệu đầu vào

STT	Tên lớp	Mô tả	Định dạng
1	Nuoc_mat	Thể hiện các sông, đầm, ao, hồ,...	Polygon
2	Nuoc_ngam	Thể hiện vị trí nguồn cung cấp nước ngầm	Point
3	Gthong_chinh	Thể hiện các tuyến giao thông chính (quốc lộ, cao tốc, tỉnh lộ)	Line
4	Gthong_thuong	Thể hiện các tuyến đường giao thông không phải là chính (đường liên huyện, liên xã...)	Line
5	Duong_sat	Đường sắt	Line
6	Dcu_dô thị	Thể hiện khu dân cư ở thị trấn Đông Anh	Polygon
7	Dcu_nongthon	Thể hiện các cụm dân cư ở các xã	Polygon
8	Khu_CNghiep	Khu công nghiệp	Polygon
9	Dong_anh	Thể hiện các đơn vị hành chính xã trên địa bàn huyện	Polygon
10	Hien_trang	Thể hiện mục đích sử dụng đất trên địa bàn huyện	Polygon
11	Tho_nhuong	Thổ nhượng. Thể hiện khoanh vi các loại đất chính trên địa bàn huyện	Polygon
12	Di_tich	Thể hiện các khu di tích văn hoá đã được xếp hạng	Polygon
13	Dia_chat	Thể hiện các đứt gãy	Line
14	Tram_dien	Thể hiện vị trí các trạm cung cấp điện	Point
15	Diem_thu_gom	Thể hiện vị trí các điểm thu gom rác	Point

b. Các tài liệu thu thập được

Các tài liệu đề tài thu thập và sử dụng gồm:

- Bộ Xây dựng. Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam. TCXDVN 261: 2001. Bãi chôn lấp chất thải rắn – Tiêu chuẩn thiết kế. Hà Nội, 2002.

- Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường - Bộ Xây dựng. Thông tư liên tịch số 01/2001/TTLT/BKHCNMT-BXD. Hướng dẫn các quy định về bảo vệ môi trường đối với việc lựa chọn địa điểm, xây dựng và vận hành bãi chôn lấp chất thải rắn.

- Các nguồn tài liệu bản đồ thu thập được:

- + Bản đồ hiện trạng sử dụng đất huyện Đông Anh năm 2005 tỷ lệ 1: 15000 dạng số;
- + Bản đồ quy hoạch sử dụng đất huyện Đông Anh tới năm 2020 tỷ lệ 1:15000 dạng số.
- + Bản đồ địa hình huyện Đông Anh tỷ lệ 1: 25000 dạng số;
- + Bản đồ Địa chất và Khoáng sản Hà Nội tỷ lệ 1: 200.000 dạng số.
- +...

3.2.2. Cơ sở dữ liệu thiết lập trong ArcGIS

Đề tài đã thiết kế một cơ sở dữ liệu ở định dạng Geodatabase của ArcGIS với 15 lớp thông tin được mô tả trong bảng 3.1.

3.2.3. Các chỉ tiêu lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn

a. Xác định các chỉ tiêu

Dựa trên những căn cứ pháp lý, cơ sở khoa học về việc lựa chọn địa điểm bãi chôn lấp CTRSH và tổng hợp các tài liệu, nghiên cứu đặc điểm khu vực Đông Anh cũng như tham khảo ý kiến của 4 chuyên gia về địa lý, địa chính, môi trường và xây dựng¹, đề tài đã đưa ra các chỉ tiêu lựa chọn địa điểm như trong bảng 3.2. Một số chỉ tiêu (ví dụ như độ dốc) do không có sự khác biệt trên địa bàn huyện nên mặc dù đã được trình bày trong chương 1 nhưng không được sử dụng ở đây (vì không có ý nghĩa).

b. Chia nhóm các chỉ tiêu theo giai đoạn

Từ các chỉ tiêu trên, đề tài đã xác định các chỉ tiêu dùng để đánh giá sơ bộ nhằm giảm vùng tìm kiếm, tìm ra các khu vực tiềm năng, và các chỉ tiêu đánh giá cuối để tìm ra khu vực có điểm cao nhất.

Nhóm 1: Đánh giá sơ bộ

- Khoảng cách tới khu dân cư
- Khoảng cách tới nguồn nước ngầm
- Khoảng cách tới nguồn nước mặt
- Khoảng cách tới đường giao thông
- Khoảng cách tới khu di tích
- Khoảng cách tới trạm điện
- Thổ nhưỡng
- Hiện trạng sử dụng đất
- Địa chất

¹ Do trong các phiếu hỏi ý kiến chuyên gia có thông tin về tác giả của đề tài nên theo quy định dự thi, các phiếu này không được trình bày trong báo cáo này.

Bảng 3.2. Các chỉ tiêu lựa chọn địa điểm bãi chôn lấp CTRSH huyện Đông Anh

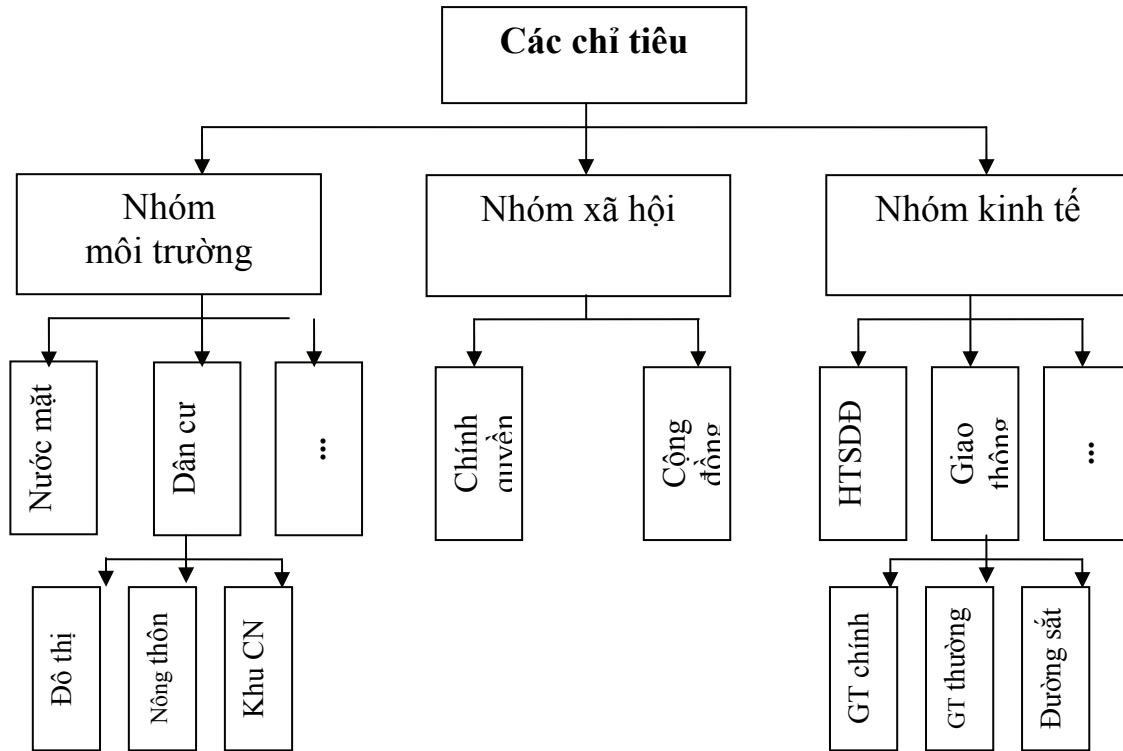
Nhóm chỉ tiêu	Tên chỉ tiêu	Ý nghĩa	Tài liệu sử dụng để đánh giá
Môi trường	1. Khoảng cách đến khu dân cư đô thị	Ảnh hưởng tới sức khỏe và môi trường sống của người dân đô thị	Bản đồ quy hoạch sử dụng đất / hiện trạng sử dụng đất
	2. Khoảng cách đến khu dân cư nông thôn	Ảnh hưởng tới sức khỏe và môi trường sống của người dân nông thôn	
	3. Khu công nghiệp	Ảnh hưởng tới sức khỏe của người lao động	
	4. Khoảng cách tới khu di tích	Ảnh hưởng tới môi trường du lịch	
	5. Khoảng cách tới nguồn nước mặt	Ảnh hưởng tới chất lượng nguồn nước mặt	
	6. Khoảng cách đến công trình khai thác nước ngầm	Ảnh hưởng tới chất lượng nguồn nước ngầm	
	7. Thổ nhưỡng	Nước rác sẽ thấm xuống và ảnh hưởng tới môi trường nước ngầm	Bản đồ thổ nhưỡng
	8. Địa chất	Ảnh hưởng đến độ an toàn của bãi chôn lấp	Bản đồ địa chất và khoáng sản
Kinh tế	1. Điểm thu gom rác	Giảm chi phí và thời gian vận chuyển	Bản đồ quy hoạch sử dụng đất / hiện trạng sử dụng đất
	2. Hiện trạng sử dụng đất	Giảm chi phí đền bù giải phóng mặt bằng	
	3. Khoảng cách tới đường giao thông chính	Giảm chi phí về quãng đường vận chuyển và thu gom rác	
	4. Khoảng cách tới đường giao thông thường	Ảnh hưởng tới thời gian và chi phí vận chuyển	
	5. Khoảng cách tới đường sắt	Ảnh hưởng tới thời gian và chi phí vận chuyển	
	6. Trạm điện	Giảm thiểu chi phí xây dựng đường dây tải điện	
Xã hội	1. Chấp thuận của chính quyền địa phương	Ảnh hưởng tới ổn định chính trị - xã hội	Điều tra thực địa, phỏng vấn
	2. Chấp thuận của cộng đồng dân cư	Ảnh hưởng tới ổn định chính trị - xã hội	

Nhóm 2: Đánh giá cuối

- Khoảng cách tới các điểm thu gom rác
- Sự chấp thuận của cộng đồng
- Sự chấp thuận của chính quyền

3.2.4. Tính trọng số các chỉ tiêu

Phương pháp được sử dụng để tính trọng số là Quá trình phân tích phân cấp (AHP) đã trình bày ở mục 2.2.3.



Hình 3.2. Phân cấp các chỉ tiêu.

a. Trọng số của các nhóm chỉ tiêu

- Lập bảng ma trận mức độ ưu tiên của 3 nhóm là môi trường, kinh tế và xã hội rồi tiến hành chuẩn hóa ma trận, tính trọng số của các nhóm (bảng 3.3).

Bảng 3.3. Ma trận mức độ ưu tiên và trọng số 3 nhóm chỉ tiêu

(Giá trị mức độ ưu tiên dựa theo ý kiến 3 chuyên gia được phỏng vấn)

	Kinh tế	Xã hội	Môi trường	Trọng số
Kinh tế	1	1/4	1/5	0.101
Xã hội	4	1	1	0.433
Môi trường	5	1	1	0.466
CR	0.007 < 0.1 → thỏa mãn			

Để kiểm tra tính nhất quán của dữ liệu, thực hiện tính tỷ số CR (Consistency Ratio). Nếu $CR < 0.1$ là chấp nhận được.

b. Tính trọng số cho các chỉ tiêu trong từng nhóm

Kết quả so sánh mức độ ưu tiên và tính trọng số của các chỉ tiêu trong từng nhóm được thể hiện trong bảng 3.4- 3.8.

Bảng 3.4. Mức độ ưu tiên và trọng số các chỉ tiêu trong nhóm môi trường (tham khảo ý kiến 2 chuyên gia)

	Nước mặt	Nước ngầm	Hướng gió	Thổ nhưỡng	Địa chất	Dân cư	Di tích	Trọng số
Nước mặt	1	1	1/5	2	3	1/4	2	0.108
Nước ngầm	1	1	1/5	1	2	1/2	2	0.1
Hướng gió	5	5	1	5	6	1	3	0.336
Thổ nhưỡng	1/2	1	1/5	1	1	1/2	2	0.087
Địa chất	1/3	1/2	1/6	1	1	1/5	1/4	0.046
Dân cư	4	2	1	2	5	1	2	0.233
Di tích	1/2	1/2	1/3	1/2	4	1/2	1	0.089
CR	0.073 < 0.1 → thỏa mãn							

Chỉ tiêu dân cư được chia thành các chỉ tiêu con là: dân cư đô thị, dân cư nông thôn, và khu công nghiệp. Trọng số của các chỉ tiêu con này được thể hiện ở bảng 3.5.

Bảng 3.5. Mức độ ưu tiên và trọng số các chỉ tiêu con trong chỉ tiêu dân cư (tham khảo ý kiến 2 chuyên gia)

	DC đô thị	DC nông thôn	KCN	Trọng số
DC đô thị	1	2	3	0.525
DC nông thôn	1/2	1	3	0.334
KCN	1/3	1/3	1	0.142
CR	0.063 < 0.1 → thỏa mãn			

Bảng 3.6. Ma trận ưu tiên và trọng số các chỉ tiêu trong nhóm kinh tế (tham khảo ý kiến 2 chuyên gia)

	Điểm thu gom	HTSDD	Giao thông	Trạm điện	Trọng số
Điểm thu gom	1	1/2	2	5	0.297
HTSDD	2	1	3	5	0.466
Giao thông	1/2	1/3	1	3	0.168
Trạm điện	1/5	1/5	1/3	1	0.069
CR	0.05 < 0.1 → thỏa mãn				

Chỉ tiêu về giao thông được chia thành các chỉ tiêu con: giao thông chính, giao thông thường, đường sắt (bảng 3.7).

Bảng 3.7. Ma trận ưu tiên và trọng số của các lớp trong chỉ tiêu giao thông (tham khảo ý kiến 2 chuyên gia).

	GT chính	GT thường	Đường sắt	Trọng số
GT chính	1	2	3	0.539
GT thường	1/2	1	2	0.297
Đường sắt	1/3	1/2	1	0.164
CR	0.006 < 0.1 → thỏa mãn			

Bảng 3.8. Ma trận ưu tiên và trọng số các chỉ tiêu trong nhóm xã hội (tham khảo ý kiến 2 chuyên gia).

	Chính quyền	Cộng đồng	Trọng số
Chính quyền	1	1/3	0.250
Cộng đồng	3	1	0.750
CR	0 → thỏa mãn		

c. Tính trọng số chung của các chỉ tiêu.

Thực hiện phép tính nhân trọng số của nhóm với từng chỉ tiêu trong nhóm đó, ta được trọng số chung của các chỉ tiêu (bảng 3.9).

3.2.5. Đánh giá sơ bộ

Vùng tìm kiếm vị trí bãi chôn lấp CTRSH sẽ được giới hạn khi tiến hành đánh giá sơ bộ. Công việc này được thực hiện dựa trên việc phân tích không gian để đánh giá các chỉ tiêu của nhóm đánh giá sơ bộ đã nêu ở trên. Trong quá trình đánh giá, đề tài không chỉ sử dụng các dữ liệu trong phạm vi huyện Đông Anh mà còn sử dụng dữ liệu các khu vực giáp ranh với huyện trong khoảng cách dưới 2km.

Các chỉ tiêu về khoảng cách tới nguồn nước mặt, nước ngầm, di tích, địa chất, giao thông, trạm điện được phân tích bằng công cụ Distance → Straight Line của phần mở rộng Spatial Analyst của ArcGIS. Các chỉ tiêu về hiện trạng sử dụng đất, thổ nhưỡng sử dụng công cụ Convert Features to Raster để chuyển đổi các lớp dữ liệu tương ứng từ dạng vector sang raster. Dân cư (có tính đến hướng gió) thì sử dụng công cụ Distance to Settlement Analysis. Sau đó, tiến hành phân khoảng, gán điểm cho các lớp kết quả bằng công cụ Reclassify.

Bảng 3.9. Trọng số chung của các chỉ tiêu.

STT	Chỉ tiêu	Trọng số chỉ tiêu con	Trọng số chỉ tiêu	Trọng số nhóm	Trọng số chung
1	Nước mặt		0.018	Môi trường (0.466)	0.050
2	Nước ngầm		0.01		0.047
3	Thổ nhưỡng		0.087		0.041
4	Địa chất		0.046		0.021
5	Di tích		0.089		0.138
6	Dc nông thôn	0.525	Dân cư +hướng gió (0.569)	Kinh tế (0.101)	0.088
7	Dân cư đô thị	0.334			0.038
8	Khu công nghiệp	0.142			0.041
9	Điểm thu gom		0.297		0.030
10	Hiện trạng SDD		0.466		0.047
11	Trạm điện		0.096		0.009
12	Giao thông chính	0.593	Giao thông (0.168)		0.005
13	Đường sắt	0.164			0.003
14	Giao thông thường	0.297			0.007
15	Cộng đồng		0.75	Xã hội (0.433)	0.325
16	Chính quyền		0.25		0.108
Tổng:					1.000

Bảng 3.10 thể hiện thang điểm cho từng chỉ tiêu. Các điểm số cho từng chỉ tiêu là:

Rất không thích hợp : 0 điểm;

Không thích hợp : 1 điểm;

Ít thích hợp : 2 điểm;

Thích hợp : 3 điểm;

Rất thích hợp : 4 điểm

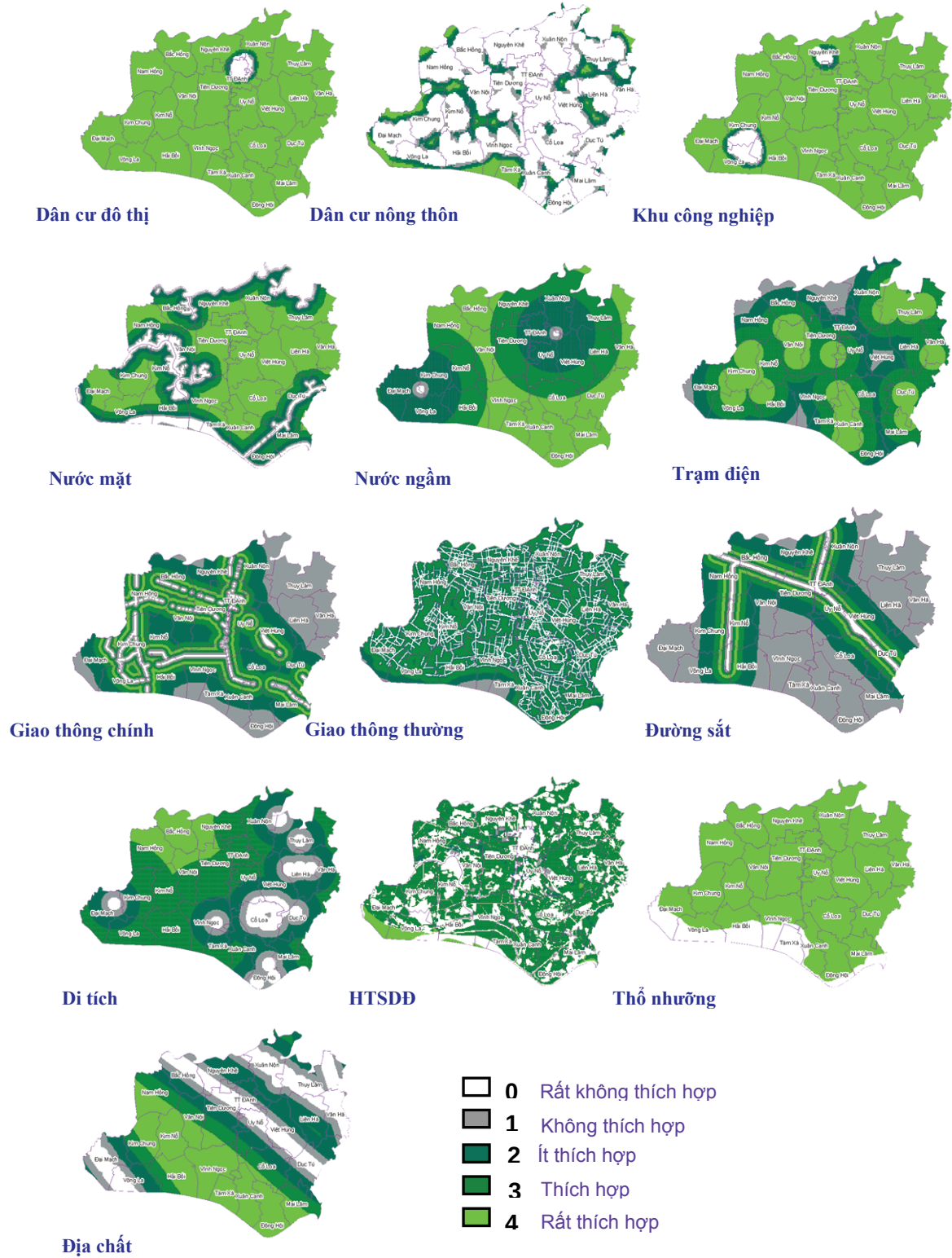
Nếu một địa điểm nào đó có một chỉ tiêu được đánh giá 0 điểm (rất không thích hợp) thì địa điểm đó sẽ bị loại cho dù các chỉ tiêu khác được đánh giá rất cao. Như vậy, 0 là điểm loại (hay điểm "chết").

Bảng 3.10. Thang điểm của các chỉ tiêu sử dụng trong đánh giá sơ bộ

STT	Tên chỉ tiêu	Giá trị	Điểm
1	Khoảng cách tới khu dân cư đô thị	0-1000	0
		1000-3000	1
		3000-4000	2
		4000-7000	3
		>7000	4
2	Khoảng cách tới khu dân cư nông thôn	0-300	0
		300-500	1
		500-1000	2
		1000-2000	3
		>2000	4

3	Khoảng cách tới khu công nghiệp	0-500 500-1000 1000-2000 2000-5000 >5000	0 1 2 3 4
4	Khoảng cách tới nguồn nước mặt	0-90 90-200 200-300 300-500 >500	0 1 2 3 4
5	Khoảng cách tới nguồn nước ngầm	0-200 200-500 500-3000 3000-5000 >5000	0 1 2 3 4
6	Khoảng cách tới giao thông chính	0-100 100-200 200-400 400-600	0 1 2 3
7	Khoảng cách tới giao thông thường	0-30 30-100 100-500 500-1000 >1000	0 1 2 3 4
8	Khoảng cách tới đường sắt	0-100 100-200 200-400 400-600	0 1 2 4
9	Khoảng cách tới khu di tích	0-500 500-1000 1000-2000 2000-5000 >5000	0 1 2 3 4
10	Khoảng cách tới trạm điện	0-1000 1000-2000 2000-3000 3000-5000 >5000	0 1 2 3 4
11	Thổ nhưỡng	Đất phù sa trong đê Đất phù sa ngoài đê	0 4
12	Hiện trạng sử dụng đất	Đất chưa sử dụng Đất nông nghiệp hiệu quả thấp Đất nhà tạm, nghĩa địa Đất hoạt động sản xuất, làng nghề Các mục đích sử dụng khác	4 3 2 1 0
13	Địa chất (khoảng cách tới các đứt gãy địa chất)	0-500 500-1000 1000-2000 2000-3000 >3000	0 1 2 3 4

Kết quả đánh giá các chỉ tiêu bằng GIS được thể hiện trên hình 3.3.



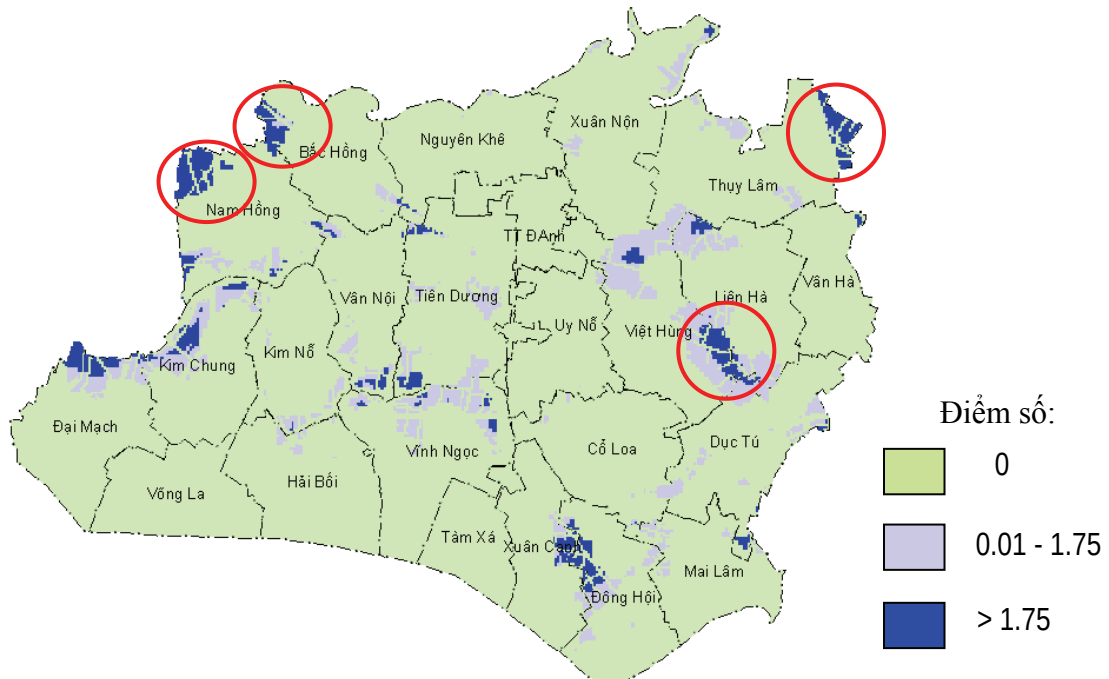
Hình 3.3. Kết quả đánh giá bằng GIS các chỉ tiêu sơ bộ.

Từ những trọng số đã tính được và các lớp raster điểm của các chỉ tiêu, sử dụng công cụ Raster Calculator, ta tạo ra một lớp raster tổng với kết quả là điểm cho từng pixel theo công thức 2.4. Kết quả đánh giá sơ bộ cho thấy điểm số của các vị trí giao

động trong khoảng từ 0.4 đến 2.2 (với thang điểm từ 0 đến 4). Đề tài đã khoanh vùng những khu vực thỏa mãn điều kiện:

- Có điểm số từ 80% đến 100% điểm số lớn nhất, tức là từ 1.75 đến 2.2;
- Có diện tích lớn hơn 10 ha (vì quy mô diện tích bãi chôn lấp được xác định là 10ha).

Những khu vực thỏa mãn điều kiện trên là những vùng tiềm năng sẽ được so sánh, đánh giá trong giai đoạn tiếp theo để tìm ra địa điểm tối ưu. Trong đề tài này, có 4 vùng tiềm năng được tìm thấy trên địa bàn của 4 xã là: Nam Hồng, Bắc Hồng, Thụy Lâm, Việt Hùng (hình 3.2). Trong 4 vị trí trên thì vị trí tại xã Việt Hùng trùng với vị trí quy hoạch bãi rác đã được phê duyệt của huyện.



Hình 3.4. Các khu vực tiềm năng được tìm thấy trong giai đoạn đánh giá sơ bộ (trong đánh giá có tính đến các khu vực lân cận huyện).

3.2.6. Lựa chọn cuối

Kết quả của giai đoạn đánh giá sơ bộ là đã giới hạn được 4 vị trí tiềm năng có thể bố trí bãi chôn lấp CTRSH. Nhiệm vụ của giai đoạn lựa chọn cuối là chỉ ra vị trí thích hợp nhất trong 4 vị trí tiềm năng này. Ở đây cần thực hiện 2 công việc:

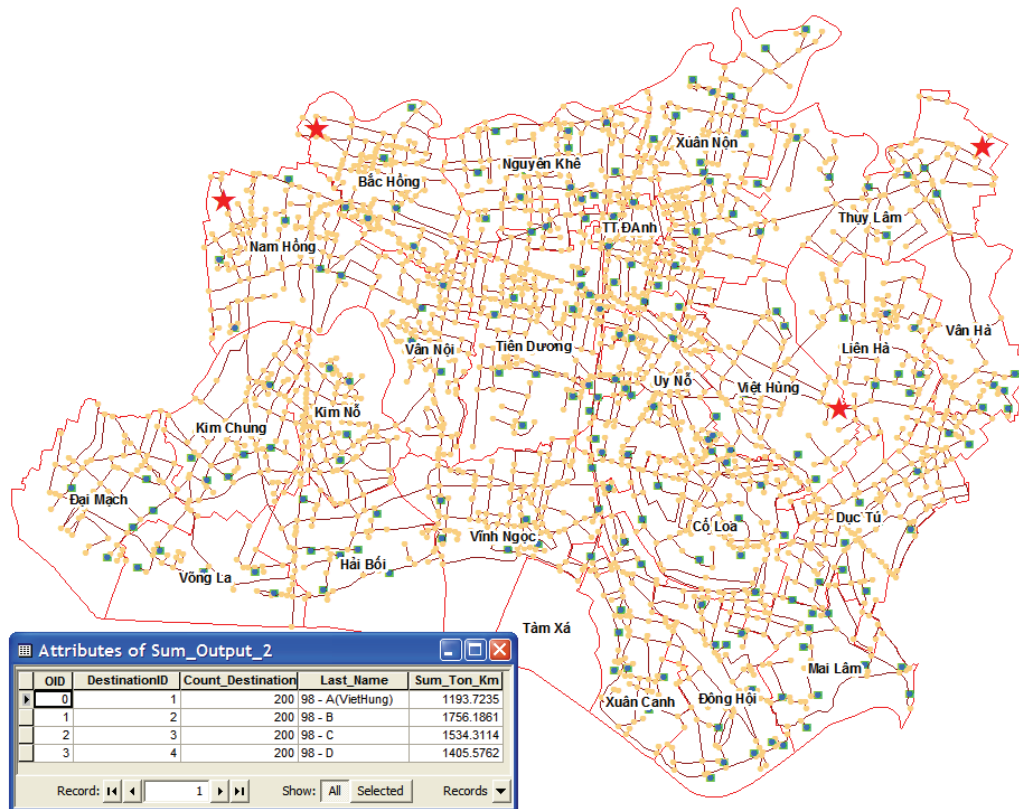
- Đánh giá các chỉ tiêu chưa dùng trong đánh giá sơ bộ, đây là những chỉ tiêu rất khó hoặc không thể đánh giá được cho toàn bộ địa bàn nghiên cứu. Chúng chỉ có thể đánh giá được cho một số lượng nhỏ các vị trí tiềm năng đã chọn ở giai đoạn đánh giá sơ bộ.

- Đối sánh trực tiếp các vị trí tiềm năng theo từng chỉ tiêu bằng các phương pháp của AHP và dựa theo điểm số đã có ở giai đoạn đánh giá sơ bộ. Điểm tối đa khi đối sánh trực tiếp gần bằng 1 chứ không phải là 4 như trong giai đoạn trước.

3.2.6.1. Đánh giá các chỉ tiêu còn lại

Các chỉ tiêu chưa sử dụng trong đánh giá sơ bộ bao gồm: khoảng cách tới các điểm thu gom, ý kiến của cộng đồng dân cư, ý kiến của chính quyền địa phương.

Để đánh giá khoảng cách tới các điểm thu gom rác thải, đề tài đã sử dụng bài toán OD Cost Matrix của phần mở rộng Network Analyst của ArcGIS để tính khối lượng vận chuyển rác từ các điểm thu gom đến bãi chôn lấp tính theo đơn vị (tấn x km). Dữ liệu đầu vào bao gồm lớp thông tin về đường giao thông bộ và lớp thông tin về các điểm thu gom rác với thuộc tính là lượng rác thải ra hàng ngày (được ước tính bằng cách nhân số dân của cụm dân cư hay khu công nghiệp với lượng rác thải ra hàng ngày của một người). Kết quả được thể hiện ở hình 3.5, qua đó ta thấy nếu bố trí bãi chôn lấp CTRSH tại xã Việt Hùng thì tổng khối lượng vận chuyển là thấp nhất, 1193,7 tấn trên 1 km trong 1 ngày.



Hình 3.5. Kết quả bài toán tính khối lượng vận chuyển rác hàng ngày.

Hai chỉ tiêu cần đánh giá nữa là ý kiến (sự chấp thuận) của cộng đồng dân cư và của chính quyền địa phương. Đây là những chỉ tiêu rất quan trọng vì các đối tượng này là những người chịu ảnh hưởng trực tiếp của bãi chôn lấp. Các chỉ tiêu này được đánh giá trên cơ sở kết quả phỏng vấn và thu thập phiếu điều tra¹. Kết quả được thể hiện trong bảng 3.11.

¹ Do trong các phiếu điều tra có một số thông tin về tác giả đề tài nên theo thể lệ dự thi, các phiếu này không được trình bày ở đây.



Hình 3.6. Điều tra hỏi ý kiến của cộng đồng dân cư.

Bảng 3.11. Tổng hợp ý kiến cộng đồng dân cư và chính quyền địa phương

STT	Tên khu vực	Ý kiến của cộng đồng dân cư	Ý kiến chính quyền địa phương
1	Bắc Hồng	Không đồng ý	Đồng ý nhưng có điều kiện
2	Nam Hồng	Không đồng ý	Đồng ý nhưng có điều kiện
3	Thụy Lâm	Ủng hộ nhiệt tình	Đồng ý
4	Việt Hùng	Đồng ý nhưng có điều kiện	Đồng ý nhưng có điều kiện

3.2.6.2. Đối sánh trực tiếp các vị trí tiềm năng theo tất cả các chỉ tiêu

Đề tài đã sử dụng các phương pháp so sánh của AHP (đã trình bày trong chương 2) để đối sánh trực tiếp các vị trí tiềm năng theo từng chỉ tiêu nhằm so sánh mức độ thích hợp của từng vị trí. Cơ sở để đánh giá là điểm số của các vị trí này trong giai đoạn đánh giá sơ bộ và kết quả đánh giá các chỉ tiêu còn lại (trong mục trên). Cách tính toán cũng tương tự như đối với tính trọng số. Kết quả được thể hiện trong các bảng 3.12-3.27. Trong các bảng này, cột cuối cùng là điểm số của từng vị trí được nhân với trọng số của chỉ tiêu tương ứng.

Bảng 3.12. Đánh giá 4 vị trí theo chỉ tiêu khoảng cách đến nguồn nước mặt

	Thụy Lâm	Việt Hùng	Nam Hồng	Bắc Hồng	Giá trị (m)	Điểm	Điểm × trọng số
Thụy Lâm	1	1/2	1/2	3	1000	0.193	0.010
Việt Hùng	2	1	1	5	1800	0.368	0.018
Nam Hồng	2	1	1	5	2000	0.368	0.018
Bắc Hồng	1/3	1/5	1/5	1	500	0.071	0.004
CR	0.002 < 0.1 → thỏa mãn						

Bảng 3.17. Đánh giá 4 vị trí theo chỉ tiêu khoảng cách đến khu dân cư nông thôn (có tính đến hướng gió)

	Thụy Lâm	Việt Hùng	Nam Hồng	Bắc Hồng	Giá trị (%)	Điểm	Điểm × trọng số
Thụy Lâm	1	3	1/3	5	0.05	0.278	0.024
Việt Hùng	1/3	1	1/5	2	0.07	0.112	0.010
Nam Hồng	3	5	1	5	0.04	0.537	0.047
Bắc Hồng	1/5	1/2	1/5	1	0.08	0.072	0.006
CR	0.074 < 0.1 → thỏa mãn						

Bảng 3.18. Đánh giá 4 vị trí theo chỉ tiêu khoảng cách đến khu công nghiệp

	Thụy Lâm	Việt Hùng	Nam Hồng	Bắc Hồng	Giá trị (%)	Điểm	Điểm × trọng số
Thụy Lâm	1	1	3	3	0	0.375	0.014
Việt Hùng	1	1	3	3	0	0.375	0.014
Nam Hồng	1/3	1/3	1	1	0.02	0.125	0.005
Bắc Hồng	1/3	1/3	1	1	0.02	0.125	0.005
CR	0.0 < 0.1 → thỏa mãn						

Bảng 3.19. Đánh giá 4 vị trí theo chỉ tiêu khoảng cách đến khu di tích, điểm văn hóa

	Thụy Lâm	Việt Hùng	Nam Hồng	Bắc Hồng	Giá trị (m)	Điểm	Điểm × trọng số
Thụy Lâm	1	3	1/2	1/2	3000	0.199	0.008
Việt Hùng	1/3	1	1/3	1/5	1500	0.081	0.003
Nam Hồng	2	3	1	1/2	5000	0.278	0.011
Bắc Hồng	2	5	2	1	6000	0.442	0.018
CR	0.026 < 0.1 → thỏa mãn						

Bảng 3.20. Đánh giá 4 vị trí theo chỉ tiêu khoảng cách đến đường giao thông chính

	Thụy Lâm	Việt Hùng	Nam Hồng	Bắc Hồng	Giá trị (m)	Điểm	Điểm × trọng số
Thụy Lâm	1	1/3	1/7	1/5	6500	0.060	0.0005
Việt Hùng	3	1	1/3	1/2	1700	0.162	0.0015
Nam Hồng	7	3	1	2	850	0.489	0.0044
Bắc Hồng	5	2	1/2	1	1000	0.288	0.0026
CR	0.01 < 0.1 → thỏa mãn						

Bảng 3.21. Đánh giá 4 vị trí theo chỉ tiêu khoảng cách đến đường giao thông thường

Bảng 3.25. Đánh giá 4 vị trí theo chỉ tiêu sự chấp thuận của cộng đồng

	Thụy Lâm	Việt Hùng	Nam Hồng	Bắc Hồng	Điểm	Điểm × trọng số
Thụy Lâm	1	3	9	5	0.576	0.187
Việt Hùng	1/3	1	5	3	0.256	0.083
Nam Hồng	1/9	1/5	1	1/3	0.051	0.017
Bắc Hồng	1/5	1/3	3	1	0.117	0.038
CR	0.043 < 0.1 → thỏa mãn					

Bảng 3.26. Đánh giá 4 vị trí theo chỉ tiêu sự chấp thuận của chính quyền địa phương

	Thụy Lâm	Việt Hùng	Nam Hồng	Bắc Hồng	Điểm	Điểm × trọng số
Thụy Lâm	1	1/3	1	1	0.167	0.018
Việt Hùng	3	1	3	3	0.500	0.054
Nam Hồng	1	1/3	1	1	0.167	0.018
Bắc Hồng	1	1/3	1	1	0.167	0.018
CR	0.0 < 0.1 → thỏa mãn					

Bảng 3.27. Đánh giá 4 vị trí theo chỉ tiêu khoảng cách tới các điểm thu gom rác

	Thụy Lâm	Việt Hùng	Nam Hồng	Bắc Hồng	Giá trị (tấn x km)	Điểm	Điểm × trọng số
Thụy Lâm	1	1/7	1/3	1/5	1756.2	0.057	0.002
Việt Hùng	7	1	1/5	1/3	1193.7	0.558	0.017
Nam Hồng	3	5	1	3	1534.3	0.122	0.004
Bắc Hồng	5	3	1/3	1	1405.6	0.263	0.008
CR	0.066 < 0.1 → thỏa mãn						

Trên cơ sở đánh giá các vị trí tiềm năng theo từng chỉ tiêu, chúng ta có thể tính được điểm tổng hợp của từng vị trí theo công thức 2.3, trong đó giá trị $(W_i \times X_i)$ đã được tính trong cột cuối cùng của các bảng 3.12-3.27. Kết quả tính toán được thể hiện trong bảng 3.28.

Bảng 3.28. Kết quả tính điểm tổng hợp của 4 vị trí tiềm năng

Tên vị trí	Bắc Hồng	Nam Hồng	Thụy Lâm	Việt Hùng
Điểm tổng hợp	0.204	0.185	0.340	0.271

Trong bảng 3.28, vị trí nào có điểm tổng hợp cao nhất sẽ là vị trí thích hợp nhất. Như vậy, vị trí phù hợp nhất để bố trí bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt của huyện Đông Anh là tại xã Thụy Lâm, vị trí phù hợp thứ hai là Việt Hùng, cuối cùng là Bắc Hồng và Nam Hồng.

3.3. So sánh kết quả của đề tài với phương án quy hoạch đã được phê duyệt của huyện Đông Anh

Theo quy hoạch đến năm 2020 thì khu chôn lấp và xử lý rác thải của huyện Đông Anh được chọn là xã Việt Hùng với phạm vi là 88448 m². Khu chôn lấp này được xây dựng mới nhằm mục tiêu thu gom xử lý rác thải trên địa bàn huyện và một số vùng nội thành, lân cận (trong trường hợp cần thiết) góp phần làm giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

So sánh với kết quả đề tài ta thấy bãi chôn lấp theo quy hoạch trùng với phạm vi của một trong số 4 vị trí tiềm năng mà đề tài đề xuất, cụ thể là tại xã Việt Hùng.

Tuy nhiên, xét chi tiết các chỉ tiêu để đánh giá thì đây chưa phải là phương án thích hợp nhất, đề tài xin đưa ra một phương án thích hợp hơn, đó là khu vực của xã Thụy Lâm.

Như vậy, có thể nhận thấy phương án quy hoạch bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt của huyện Đông Anh tại xã Việt Hùng có cơ sở khoa học tốt. Tuy nhiên, đây không phải là phương án duy nhất, các nhà quản lý có thể xem xét thêm 3 vị trí mà đề tài đã nêu ra (nhất là tại xã Thụy Lâm).



Hình 3.7. So sánh vị trí bãi chôn lấp theo quy hoạch và khu vực lựa chọn của đề tài.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Lựa chọn địa điểm bố trí bãi chôn lấp CTRSH là một bài toán phân tích không gian phức tạp, chịu tác động tổng hợp của rất nhiều yếu tố. Vì vậy, phương pháp phân tích đa chỉ tiêu (MCA) và hệ thống tin địa lý (GIS) là những công cụ thích hợp nhất để giải bài toán này.

Để giảm thiểu khối lượng tính toán khi áp dụng MCA trong bài toán lựa chọn vị trí tối ưu, nên thực hiện theo 2 giai đoạn: giai đoạn đầu sử dụng các chỉ tiêu để đánh giá để lọc ra những vị trí tiềm năng, giai đoạn sau so sánh chúng theo tất cả các chỉ tiêu để tìm ra vị trí tốt nhất.

Dựa trên cơ sở phân tích và đánh giá 16 chỉ tiêu về kinh tế, xã hội và môi trường, đề tài đã chỉ ra 4 địa điểm thích hợp để bố trí bãi chôn lấp CTRSH cho huyện Đông Anh. Đó là các địa điểm tại các xã Nam Hồng, Bắc Hồng, Thụy Lâm và Việt Hùng, trong đó địa điểm tại xã Thụy Lâm được đánh giá là thích hợp nhất, tại xã Việt Hùng là thích hợp thứ hai.

Như vậy, phương án bố trí bãi chôn lấp CTRSH tại xã Việt Hùng của UBND huyện Đông Anh là có cơ sở khoa học tốt. Tuy nhiên, ngoài phương án này, chính quyền địa phương có thể xem xét bố trí bãi chôn lấp CTRSH ở 3 địa điểm khác mà đề tài đã nêu ra (nhất là tại xã Thụy Lâm).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt:

1. Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường - Bộ Xây dựng (2001), *Thông tư số 01/2001/TTLT/BKH-CNMT-BXD hướng dẫn các quy định về bảo vệ môi trường đối với việc lựa chọn địa điểm, xây dựng và vận hành bãi chôn lấp chất thải rắn*. Hà Nội.
2. Bộ Xây dựng (2002), *TCXDVN 261 – 2001: Bãi chôn lấp chất thải rắn – Tiêu chuẩn thiết kế*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
3. Lê Thạc Cán (1995), *Cơ sở khoa học môi trường*, Viện Đại học Mở Hà Nội.
4. Nguyễn Văn Đài (1999), *Giáo trình Hệ thống tin địa lý*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
5. Đặng Văn Đức (2001), *Hệ thống tin địa lý (GIS)*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
6. Bùi Văn Ga, Nguyễn Ngọc Diệp, Bùi Thị Minh Tú, Nguyễn Trung Dũng (2001), *Phần mềm hỗ trợ quy hoạch bãi chôn lấp rác*, Trung tâm Nghiên cứu Môi trường, Đại học Đà Nẵng.
7. Trần Hiệu Nhuệ, V. MacLaren và nnk (2005), *Kinh tế chất thải*, Dự án WASTE – ECON do Tổ chức Hợp tác Phát triển Quốc tế của Canada (CIDA) tài trợ cho 3 nước Việt Nam, Lào và Campuchia.

Tiếng Anh:

8. ESRI (2006), *What is ArcGIS 9.2?* ESRI, Redlands, CA, USA.
9. Karkzi, A. Mavropoulos, B. Emmanouilidou, Ahmed Elseoud (2001), *Landfill siting using GIS and Fuzzy Logic*, Department of Solid and Hazardous Wastes, Greece.
10. Makibinyane Thoso (2007), *The Construction of a GIS model for landfill site selection*, University of Free State. Bloemfontein.
11. Mokhotar Azizi Mohd Din, Wan Zirina Wan Jaafar, Rev. M. Markson Obot, Wan Muhd Aminuddin Wan Hussin (2008), *How GIS can be a useful to deal with landfill site selection*, International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Applied Sciences.
12. Saaty T. L. and Vargas L. G. (2001). *Models, methods, concepts and applications of the Analytic Hierarchy Process*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA.