

Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu hệ thống thông tin địa lý (GIS) tỉnh Phú Thọ phục vụ bảo vệ môi trường và phát triển bền vững : \ Luận văn ThS. Khoa học Môi trường và bảo vệ môi trường: 60 85 02 \ Trần Thanh Hà ; Nghd. : PGS.TS. Trần Văn Thụy

	Trang
MỞ ĐẦU	2
Chương 1- TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU	3
1.1 Hệ thống thông tin địa lý (GIS), những ứng dụng trong khoa học và thực tiễn	3
1.2 Nghiên cứu lựa chọn giải pháp xây dựng cơ sở dữ liệu GIS phục vụ sử dụng hợp lý tài nguyên - môi trường	5
1.2.1 Các giải pháp công nghệ GIS	5
1.2.2 Tích hợp tư liệu viễn thám trong xây dựng cơ sở dữ liệu GIS	6
1.2.3 Nguyên tắc gắn kết dữ liệu không gian và thuộc tính trong phân tích dữ liệu	6
1.3 Tình hình nghiên cứu ứng dụng GIS trong lĩnh vực tài nguyên môi trường tỉnh Phú Thọ	7
Chương 2 - ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	8
2.1 Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	8
2.2. Phương pháp nghiên cứu	11
Chương 3 - KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU	11
3.1 Đánh giá khái quát đặc điểm tự nhiên, kinh tế xã hội	12
3.2 Đánh giá khái quát tài nguyên - môi trường tỉnh Phú Thọ	12
3.2.1 Tài nguyên môi trường đất.	13
3.2.2 Tài nguyên môi trường nước	13
3.2.3 Tài nguyên môi trường không khí	13

3.3 Xây dựng cơ sở dữ liệu GIS phục vụ bảo vệ môi trường và phát triển bền vững	14
3.3.1 Xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý.	14
3.3.2 Xây dựng cơ sở dữ liệu chuyên đề sinh thái tài nguyên môi trường	15
3.3.3 Phát triển ứng dụng GIS trong bảo vệ môi trường và phát triển bền vững	18
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	19

MỞ ĐẦU

Phú Thọ là tỉnh thuộc vùng miền núi trung du Bắc Bộ, nằm trong khu vực giao lưu giữa vùng Đông Bắc, đồng bằng sông Hồng và vùng Tây Bắc, Phú Thọ có vị trí địa lý mang ý nghĩa là trung tâm của tiểu vùng Tây - Đông - Bắc; cách trung tâm Hà Nội 80km, cách sân bay Nội Bài 60km, Phú Thọ nằm ở trung tâm các hệ thống giao thông đường bộ, đường sắt và đường sông từ các tỉnh thuộc Tây - Đông - Bắc đi Hà Nội, Hải Phòng và các nơi khác, là nơi trung chuyển hàng hóa thiết yếu, cầu nối giao lưu kinh tế - văn hóa - khoa học, kỹ thuật giữa các tỉnh của đồng bằng Bắc Bộ với các tỉnh Trung du miền núi Bắc Bộ. Trong thời gian tới, mục tiêu cơ bản về bảo vệ môi trường của Tỉnh Phú Thọ là tăng cường công tác quản lý tài nguyên - môi trường, ngăn ngừa ô nhiễm môi trường nước, không khí, quản lý chất thải rắn ... cải thiện hiện trạng sử dụng đất, phục hồi và bảo tồn đa dạng sinh học, từng bước nâng cao chất lượng môi trường ở các khu công nghiệp, đô thị và nông thôn, góp phần phát triển bền vững.

Muốn có các hoạt động bảo vệ môi trường và sử dụng tài nguyên thiên nhiên hiệu quả, cần phải có một cơ sở dữ liệu đầy đủ và được xây dựng trong một hệ thống thông tin hiện đại, đáp ứng được các nhu cầu diễn biến mạnh mẽ trong thời đại hiện nay..

Với ý nghĩa khoa học và thực tiễn nêu trên, chúng tôi lựa chọn đề tài nghiên cứu khoa học cho luận văn thạc sỹ của mình là:

“ Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu hệ thống thông tin địa lý (GIS) tỉnh Phú Thọ phục vụ bảo vệ môi trường và phát triển bền vững”

Cơ sở dữ liệu GIS tỉnh Phú Thọ được xây dựng dựa trên nền cơ bản của bản đồ địa hình, kết hợp xử lý tư liệu ảnh viễn thám, số liệu thống kê hiện trạng môi trường và các nguồn tài liệu có liên quan, sẽ thể hiện đầy đủ và chi tiết tất cả các dữ liệu, thông tin phục vụ đắc lực cho công tác bảo vệ môi trường và sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên hiện tại và trong tương lai, đảm bảo tính bền vững cho sự phát triển kinh tế - xã hội của Tỉnh.

Chương 1

TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1 Hệ thống thông tin địa lý (GIS), những ứng dụng trong khoa học và thực tiễn

Hệ thống thông tin địa lý (GIS) là một công cụ máy tính để thu thập, lưu trữ và phân tích các sự vật, hiện tượng trên trái đất. Công nghệ GIS kết hợp các thao tác cơ sở dữ liệu thông thường (như cấu trúc hỏi đáp) và các phép phân tích thống kê, phân tích địa lý, trong đó phép phân tích địa lý và hình ảnh được cung cấp duy nhất từ các bản đồ. Những khả năng này phân biệt GIS với các hệ thống thông tin khác và khiến cho GIS có phạm vi ứng dụng rộng trong nhiều lĩnh vực khác nhau (phân tích các sự kiện, dự đoán tác động và hoạch định chiến lược).

Những năm đầu của thập kỷ 60 (1963-1964), các nhà khoa học Canada đã xây dựng hệ GIS đầu tiên với tên gọi “Canada Geographic Information System”, được sử dụng trong công tác quản lý tài nguyên ở Canada. Ban đầu, GIS chủ yếu dùng để phục vụ công tác điều tra và quản lý tài nguyên. Đến giữa thập kỷ 60, GIS đã phát triển để phục vụ cho công tác khai thác và quản lý đô thị.

Trong những năm của thập kỷ 70, công nghệ phần cứng máy tính phát triển, tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của GIS (giá thành máy tính giảm, tốc độ xử lý và dung lượng bộ nhớ tăng lên...). Nhờ đó mà GIS dần được thương mại hóa. Trong thời kỳ này, nhờ sự phát triển của công nghệ thông tin mà những khả năng xử lý đồ họa trên máy tính trở thành dễ dàng và thuận tiện. Hàng loạt các chương trình phần mềm xử lý đồ họa và các phiên bản đầu tiên của các phần mềm GIS ra đời như phần mềm ARC/INFO.

Trong những năm 80, là thời kỳ bùng nổ GIS, công nghệ GIS phát triển mạnh mẽ, trở thành một công nghệ có tính thương mại, được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khoa học và hoạt động thực tiễn có sử dụng thông tin không gian. Đặc biệt ở Mỹ, Canada và châu Âu, người ta đã xây dựng và không ngừng hoàn thiện các chương trình phần mềm có uy tín quốc tế như ARC/INFO, PCI, ILWIS, SPAN, IDRISI,...

Sang đến những năm 90, con người đã đạt được những thành tựu to lớn trong kỹ thuật viễn thám (Remote Sensing) và hệ thống định vị toàn cầu GPS (Global Positioning System). Xu hướng tích hợp RS và GIS, tích hợp RS, GIS và GPS đã xuất hiện. Việc tích hợp ba công nghệ này đã hỗ trợ cho các nhà khoa học và các nhà quản lý trong rất nhiều lĩnh vực khác nhau (quân sự, kinh tế, chính trị, văn hóa, khoa học tự nhiên, khoa học vũ trụ, quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường, dự báo các tai biến...)[13].

Ở Việt Nam, công nghệ GIS được đưa vào nghiên cứu và sử dụng khá sớm, vào khoảng những năm 90. Từ đó trở đi, công nghệ GIS đã được nhiều cá nhân và tập thể nghiên cứu, ứng dụng trong các lĩnh vực khác nhau. Các phần mềm GIS được sử dụng ở nước ta rất đa dạng và chủ yếu là các phần mềm thương mại ngoại nhập như: Arc/Info, ArView, ArcGIS (của ESRI), MGE, Geomedia (của Intergraph), Mapinfo (của Mapinfo); GRASS (phần mềm mã nguồn mở do nhiều tổ chức phát triển)...

Đến nay, ở nước ta, GIS đã được ứng dụng trong khá nhiều ngành như quy hoạch nông lâm nghiệp, quản lý rừng, lưu trữ tư liệu địa chất, đo đạc bản đồ, địa chính, quản lý đô thị... Tuy nhiên, các ứng dụng có hiệu quả nhất mới giới hạn ở các lĩnh vực lưu trữ, in ấn các tư liệu bản đồ bằng công nghệ GIS. Các ứng dụng GIS thuộc lĩnh vực quản lý, điều hành, trợ giúp quyết định hầu như mới dừng ở mức thử nghiệm, còn cần thời gian và đầu tư mới có thể đưa vào ứng dụng chính thức.

Các ứng dụng cơ sở dữ liệu GIS liên tục phát triển trong lĩnh vực bảo vệ tài nguyên - môi trường. Từ chương trình kiểm kê nguồn tài nguyên thiên nhiên của Canada trong những năm 1960, đến các chương trình GIS cấp bang của Mỹ bắt đầu vào cuối những năm 1970, mô hình hoá quản lý các sự cố môi trường hiện đang được phát triển mạnh mẽ.

Một số ứng dụng cụ thể là: Thành phố Brno, Cộng hoà Czech, đã sử dụng cơ sở dữ liệu GIS để phát triển qui hoạch tổng thể của thành phố và hiển thị thông tin theo cơ sở dữ liệu GIS địa chính của thành phố. Mlada, cộng hoà Czech cũng sử

dụng cơ sở dữ liệu GIS để hỗ trợ kế hoạch quy hoạch lại một khu sân bãi quân sự, đánh giá và mô phỏng loại tài nguyên đất, đất nông nghiệp, đất tự nhiên.

Sở Phát triển Nhà và Đô thị Adelaide, Australia sử dụng cơ sở dữ liệu GIS để phân tích xu hướng xây dựng của thành phố, từ đó chỉ ra sự mở rộng của thành phố và ảnh hưởng của nó đối với cơ sở hạ tầng;

1.2 Nghiên cứu lựa chọn giải pháp xây dựng cơ sở dữ liệu GIS phục vụ sử dụng hợp lý tài nguyên - môi trường

Bảo vệ tài nguyên - môi trường không chỉ là vấn đề cấp thiết với mỗi Quốc gia mà nó đòi hỏi sự nỗ lực của cả cộng đồng Quốc tế bằng những giải pháp mang tính khu vực và toàn cầu. Trong những năm qua, công nghệ hệ thống thông tin địa lý (GIS) đã được áp dụng rộng rãi trong các cơ quan nghiên cứu và quản lý tài nguyên - môi trường ở nước ta. Mặc dù vậy, việc trao đổi dữ liệu GIS giữa các cơ quan vẫn khó khăn vì chưa có một cấu trúc cơ sở dữ liệu GIS thống nhất cho cả nước

1.2.1 Các giải pháp công nghệ GIS.

Việc bảo vệ tài nguyên môi trường phục vụ cho sự phát triển bền vững đòi hỏi tổng hợp, phân tích một lượng thông tin lớn, đa dạng và toàn diện. Nếu không khai thác, phát triển và sử dụng công nghệ mới, thì tổng hợp và phân tích số liệu gặp rất nhiều khó khăn, thậm chí có những bài toán thực tế không thể giải được bằng phương pháp truyền thống. Vì vậy, GIS phải giải quyết các nhiệm vụ cụ thể sau:

- Truy nhập và lưu trữ thông tin từ nhiều nguồn, nhiều dạng, nhiều kích cỡ, tỷ lệ, thời gian khác nhau vào một cơ sở toán học.
- Thực hiện sắp xếp lại hàng loạt thông tin trong một cơ sở toán học thống nhất nhằm phục vụ cho công tác tìm kiếm, phân tích.
- Phân tích đánh giá tổng hợp thông tin theo các mô hình cụ thể, các bài toán địa lý được đặt ra cho mục đích qui hoạch.
- Tổng hợp toàn bộ các dữ liệu dẫn xuất, các thử nghiệm thống kê để đưa ra kết quả bài toán.

- Trình bày kết quả dưới dạng dễ dàng tiếp cận và sử dụng.

Trong những năm đầu thập kỷ 90, người ta sử dụng AUTOCAD cùng với DBMS (Database Management System - Hệ thống quản trị dữ liệu) để giải quyết những bài toán đánh giá có tính chất địa phương. Khi qui mô bài toán ngày càng lớn, có thể phát triển thêm chức năng cho phần mềm hỗ trợ hoặc khai thác sử dụng những phần mềm chuyên dụng cho qui hoạch vĩ mô (ví dụ ARC/INFO). Sự đa dạng của các bài toán địa lý và các phần mềm của GIS đòi hỏi tính linh hoạt trong ứng dụng, phù hợp với các yêu cầu thực tế.

Gần đây, các quan điểm của hệ thống quản trị cơ sở dữ liệu DBMS (Database Management System) càng thâm sâu trong tư tưởng thiết kế và sử dụng phần mềm GIS bởi tính linh hoạt của các mô hình trong Hệ quản trị dữ liệu phù hợp với dữ liệu đa dạng về các đối tượng trong không gian.

1.2.2 Tích hợp tư liệu viễn thám trong xây dựng cơ sở dữ liệu GIS

Hiện nay, viễn thám được sử dụng như một phương tiện cung cấp thông tin, sử dụng ảnh viễn thám mới nhất để cập nhật các đối tượng địa lý mới xuất hiện, sau đó chồng nội dung chuyên đề lên nền bản đồ như một cơ sở để định vị và định lượng. Các thông tin về biến động của đối tượng tự nhiên và môi trường được ghi nhận lại theo thời gian và không gian một cách liên tục và đầy đủ. Sau đó, thông tin được sắp đặt lại theo yêu cầu, đưa vào cơ sở dữ liệu GIS và xử lý tiếp. Khi công việc cụ thể được tiến hành cho lãnh thổ lớn, các thông tin viễn thám ở dạng raster chiếm nhiều bộ nhớ gây ảnh hưởng cho tiến hành đánh giá và làm các bài toán địa lý tiếp theo. Yêu cầu vector hóa được đặt ra, có thể bằng máy theo chương trình lập sẵn hoặc khoanh trực tiếp trên màn hình. Nhiều khi công nghệ giải đoán bằng mắt được ứng dụng phổ cập và các thông tin thu nhận được số hóa lại để nhập vào HTTĐL, đó là phương pháp được ứng dụng khá nhiều trong thực tế các đơn vị sản xuất hiện nay.

1.2.3 Nguyên tắc gắn kết dữ liệu không gian và thuộc tính trong phân tích dữ liệu

Nguyên tắc bao gồm 2 điểm cơ bản sau:

- Mô hình không gian đồng nhất:

Thống nhất về lưới chiếu bản đồ, hệ toạ độ và độ cao Quốc gia, tính chất chẽ trong topology dữ liệu hiển thị, tính thống nhất của format dữ liệu hiển thị

- Mô hình dữ liệu thuộc tính thống nhất:

Thống nhất về dạng số, dạng kí tự, dạng ngày tháng, trường dữ liệu, độ dài trường dữ liệu, mối liên kết giữa các trường dữ liệu ...

1.3 Tình hình nghiên cứu ứng dụng GIS trong lĩnh vực tài nguyên môi trường tỉnh Phú Thọ

Hiện nay việc ứng dụng hệ thông tin địa lý GIS ở Phú Thọ vẫn còn khá mới mẻ, nguyên nhân có nhiều nhưng chủ yếu vẫn còn thiếu nguồn nhân lực trong lĩnh vực công nghệ thông tin. Hiện nay, tỉnh đang có kế hoạch đào tạo nguồn nhân lực có đủ trình độ trong các lĩnh vực quản lý của địa phương trong đó có lĩnh vực GIS. Có thể ghi nhận một số dự án đã được triển khai như:

- Nghiên cứu phát triển ứng dụng một số phần mềm MicroStation, Famis và Vilis trong việc lập bản đồ số địa chính và quản lý hệ thống thông tin đất đai trên địa bàn tỉnh Phú Thọ.

- Điều tra cơ bản về tài nguyên môi trường, phòng ngừa và hạn chế tác động xấu đối với môi trường như: Lưới quan trắc môi trường tỉnh Phú Thọ; các vùng ô nhiễm môi trường nhạy cảm trên địa bàn tỉnh; đánh giá đa dạng sinh học vùng đất ngập nước khu vực Đầm Ao Châu... để có cơ sở dữ liệu về môi trường.

Để thực hiện tốt những kế hoạch của tỉnh, cần có một hệ thống cơ sở dữ liệu đầy đủ, phục vụ cho nhiều mục tiêu , góp phần vào việc lập quy hoạch, cảnh báo ô nhiễm môi trường, bảo vệ môi trường và phát triển bền vững. Đó cũng là lý do đề tài nghiên cứu của chúng tôi được lựa chọn và thực hiện

Chương 2

ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Phạm vi nghiên cứu của đề tài bao gồm các diện tích tự nhiên trong ranh giới hành chính tỉnh Phú Thọ. Các huyện được khảo sát khá đồng bộ là: Đoan Hùng, Hạ Hòa, Thanh Ba, Phù Ninh, Yên Lập, Cẩm Khê, Tam Nông, Lâm Thao, Thanh Sơn, Thanh Thủy, Tân Sơn.

Đối tượng nghiên cứu gồm các yếu tố môi trường tự nhiên và kinh tế xã hội, từ đó xây dựng các lớp thông tin cơ bản như : mô hình số độ cao, hệ thống giao thông, hệ thống thủy văn, dân cư cơ sở hạ tầng, biên giới tỉnh, huyện, xã, và các lớp phủ thực vật.... Từ những dữ liệu cơ sở trên, xử lý số liệu xây dựng tiếp các lớp thông tin chuyên đề về tài nguyên môi trường như: Chuyên đề về môi trường nước, môi trường đất, môi trường không khí, tài nguyên rừng

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để thực hiện các nội dung của luận văn, chúng tôi sử dụng những phương pháp sau đây:

- *Phương pháp điều tra- khảo sát thực địa:*

Tỉnh Phú Thọ là khu vực miền núi trung du bắc bộ, địa hình khá đa dạng, chủ yếu là đồi đất, địa hình chia cắt, khu vực phía tây và phía bắc của tỉnh chủ yếu là vùng núi trung bình, khu vực phía nam và tây nam có nhiều dãy núi cao, còn lại phía đông và đông nam là đồng bằng, do địa hình rất đa dạng và phong phú, hội tụ đầy đủ các dạng địa hình: Núi, đồi bát úp, đồi thoải lượn sóng, thung lũng và các cánh đồng phù sa ven sông nên việc điều tra thực địa cũng gặp nhiều khó khăn. Chúng tôi đã thực hiện điều tra khảo sát trên địa bàn các huyện trong tỉnh. Bên cạnh việc sử dụng phương pháp chuyên gia ngay tại thực địa, chúng tôi tiến hành thu thập các tài liệu ở địa phương, sử dụng phương pháp xử lý tư liệu thứ cấp để góp phần xây dựng các lớp thông tin. Đây được xem là phương pháp cơ bản và đầu tiên trong xây dựng cơ sở dữ liệu.

- *Phương pháp GIS:*

Là phương pháp chủ yếu được sử dụng trong đề tài, từ việc xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu, trình bày, hỏi đáp đến truy xuất dữ liệu. ArcGIS là phần mềm ứng dụng công nghệ hệ thống thông tin địa lý của Viện nghiên cứu hệ thống môi trường (ESRI). Do vậy ArcGIS được thiết kế là một bộ tích hợp các sản phẩm mềm với mục tiêu xây dựng một hệ thống thông tin địa lý hoàn chỉnh. Hệ thống này có thể thực hiện các chức năng về GIS trên máy trạm, máy chủ. ArcGIS là một hệ thống đa chức năng với khả năng biên tập, phân tích dữ liệu GIS với hiệu suất cao cho các mô hình quản lý và mô hình dữ liệu hiện đại và cao cấp. Sử dụng các phần mềm tương thích nhằm xây dựng cơ sở dữ liệu và phân tích tổng hợp dữ liệu theo các nguyên tắc tổ hợp không gian địa lý. Xây dựng các trường dữ liệu trong phần mềm ArcGIS, hoàn chỉnh dữ liệu trong bộ phần mềm ARC/INFO (ArcCatalog - ArcMap).

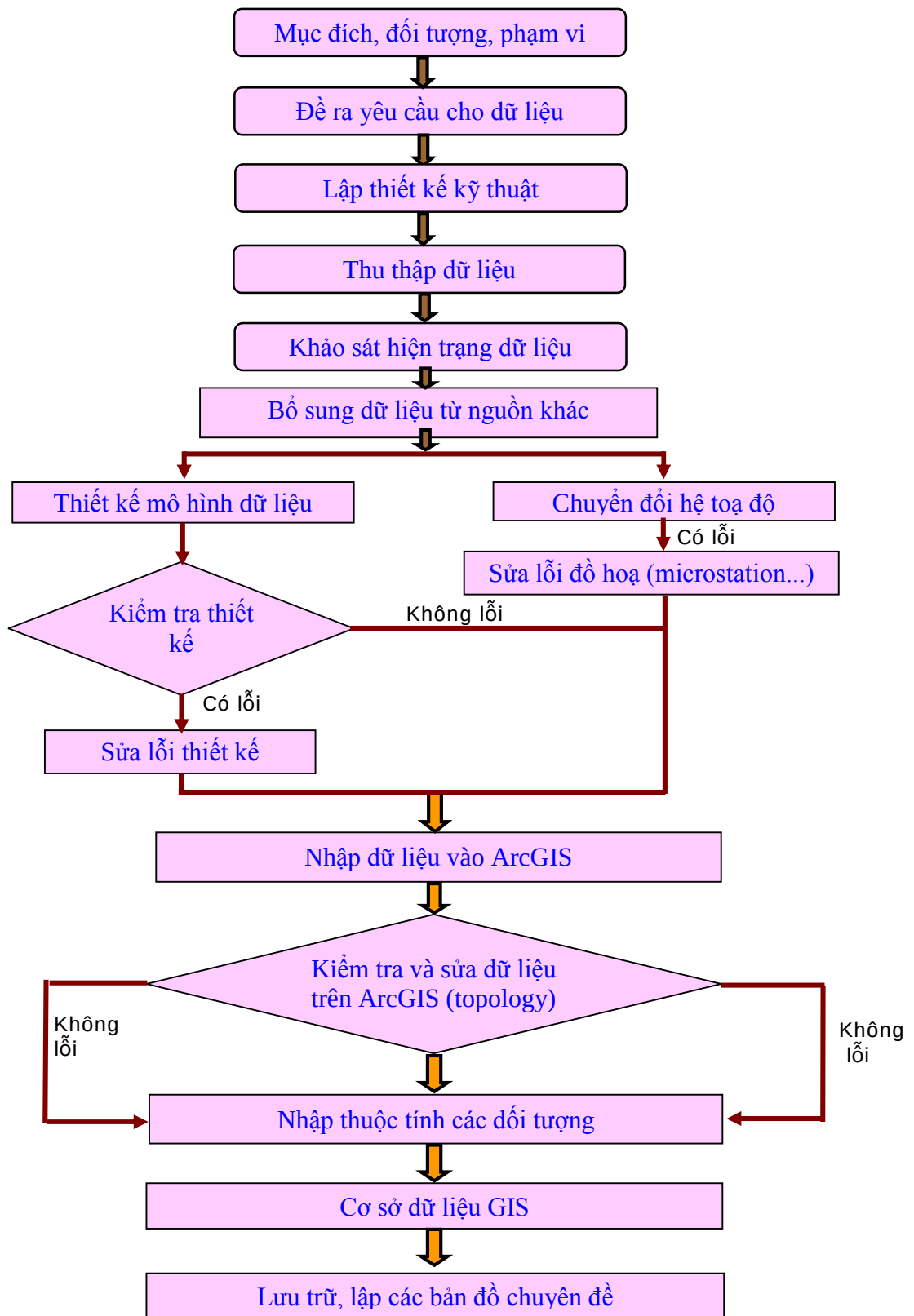
Thông tin tài nguyên - môi trường được biểu đạt dưới dạng bản đồ chuyên đề là một công cụ cần thiết cho công tác quản lý tài nguyên thiên nhiên, bảo vệ tài nguyên một cách có hiệu quả. Bản đồ có thể được coi như là phương tiện thông tin giữa các nhà nghiên cứu, các nhà lãnh đạo và những người làm công tác quy hoạch.

Phương pháp được lựa chọn để xây dựng cơ sở dữ liệu GIS là theo kiểu kết nối trực tiếp giữa một đơn vị thông tin đồ họa với thật nhiều thông tin khác nhau trong cơ sở dữ liệu, phương pháp này thường được sử dụng để nắm bắt thông tin nhanh trên từng vùng lãnh thổ tạo điều kiện thuận lợi cho cả các nhà quản lý và người sử dụng.

Cơ sở dữ liệu GIS được xây dựng theo 4 chuẩn: chuẩn hệ quy chiếu, chuẩn tổ chức dữ liệu (geodatabase), chuẩn topology và chuẩn dữ liệu thuộc tính.

Quy trình xây dựng cơ sở dữ liệu GIS.

Sơ đồ 1.2 Quy trình xây dựng cơ sở dữ liệu GIS



Chương 3

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1 Đánh giá khái quát đặc điểm tự nhiên, kinh tế xã hội

Phú Thọ là tỉnh trung du miền núi phía Bắc Việt Nam, điều kiện tự nhiên khá đa dạng của ba vùng sinh thái: Đồng bằng, trung du và miền núi. Nằm ở toạ độ địa lý $20^{\circ}55'$ đến $21^{\circ}43'$ vĩ độ Bắc và từ $104^{\circ}48'$ đến $105^{\circ}27'$ Kinh Đông, tỉnh Phú Thọ cách thủ đô Hà Nội 80 km, là điểm tiếp giáp giữa vùng Đông Bắc, đồng bằng sông Hồng và vùng Tây Bắc; phía Bắc tỉnh Phú Thọ giáp tỉnh Tuyên Quang, Yên Bái; phía Nam giáp tỉnh Hoà Bình; phía Đông giáp tỉnh Vĩnh Phúc, Hà Nội; phía Tây giáp tỉnh Sơn La.

Địa hình:

Phú Thọ là tỉnh miền núi, trung du nên địa hình bị chia cắt, được chia thành tiểu vùng chủ yếu. Tiểu vùng núi cao phía Tây và phía Nam của Phú Thọ, tuy gặp một số khó khăn về việc đi lại, giao lưu song ở vùng này lại có nhiều tiềm năng phát triển lâm nghiệp, khai thác khoáng sản và phát triển kinh tế trang trại. Tiểu vùng gò, đồi thấp bị chia cắt nhiều, xen kẽ là đồng ruộng và dải đồng bằng ven sông Hồng, hữu Lô, tả Đáy. Vùng này thuận lợi cho việc trồng các loại cây công nghiệp, phát triển cây lương thực và chăn nuôi.

Khí hậu

Phú Thọ nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa; mùa hè nắng, nóng, mưa nhiều, hướng gió thịnh hành là gió mùa Đông Nam; mùa đông khô, lượng mưa ít, hướng gió thịnh hành là gió mùa Đông Bắc. Khí hậu Phú Thọ phù hợp cho việc sinh trưởng và phát triển đa dạng hóa các loại cây trồng nhiệt đới, á nhiệt đới và chăn nuôi gia súc, khả năng cho năng suất và chất lượng cao. Tuy nhiên, do lượng mưa tập trung vào mùa hè là điều kiện hình thành lũ cường ở những vùng đất dốc, gây khó khăn cho canh tác và đời sống nhân dân. Vùng miền núi phía Tây thường xuất hiện sương muối vào mùa đông nên tác động xấu tới sinh trưởng của cây trồng, vật nuôi và đời sống con người. Để khắc phục hạn chế này cần giải quyết tốt về thủy lợi và bố trí hệ thống cây trồng phù hợp với từng vùng sinh thái.

Thủy văn

Nằm ở trung lưu của hệ thống sông Hồng, Phú Thọ có hệ thống sông suối khá dày đặc với 3 con sông lớn là sông Hồng, sông Đà và sông Lô; ngoài ra còn có hàng chục sông, suối nhỏ đã tạo ra nguồn cung cấp nước dồi dào cho sản xuất và sinh hoạt của nhân dân.

Tài nguyên rừng

Rừng của Phú Thọ có cả 3 dạng : Rừng phòng hộ, rừng đặc dụng và rừng sản xuất với hệ động thực vật rừng khá phong phú và đa dạng về chủng loài. Khu hệ thực vật rừng: Gỗ có từ nhóm 1 đến nhóm 8, trữ lượng gỗ ước khoảng 3,5 triệu m³. Hiện nay rừng tự nhiên của toàn tỉnh phần lớn là rừng non mới phục hồi, nhưng vẫn còn một số rừng tự nhiên là rừng già ở Xuân Sơn (Tân Sơn), Yên Lập, Hạ Hòa, Việt Trì với diện tích khoảng 16 nghìn ha.

Kinh tế- xã hội

Tình hình kinh tế- xã hội đã có chuyển biến tích cực với mức tăng trưởng GDP bình quân hàng năm đạt trên 9%[10], cơ cấu kinh tế chuyển dịch theo hướng công nghiệp hoá, hiện đại hoá; các lĩnh vực văn hoá, y tế, giáo dục và công tác xã hội đã có những tiến bộ đáng kể; điều kiện và mức sống của nhân dân trong tỉnh được nâng cao rõ rệt, bước đầu tạo diện mạo mới về kinh tế- xã hội, đưa Phú Thọ cùng cả nước trong quá trình phát triển và hội nhập kinh tế khu vực, quốc tế . Để đẩy nhanh tốc độ phát triển kinh tế- xã hội, nhân dân và chính quyền tỉnh Phú Thọ đã và đang tạo điều kiện tốt nhất nhằm thu hút vốn đầu tư của các nhà đầu tư nước ngoài, tỉnh ngoài vào đầu tư, nhanh chóng đưa Phú Thọ trở thành một trung tâm kinh tế của vùng Tây Bắc.

3.2 Đánh giá khái quát tài nguyên - môi trường tỉnh Phú Thọ

3.2.1 Tài nguyên môi trường đất.

Tổng diện tích các loại đất của tỉnh 353.247,76 ha[10] .Trong những năm gần đây, do quá trình phát triển của nền kinh tế thị trường, cơ chế khoáng sản, cùng với sự phát triển công nghiệp, các khu công nghiệp, đô thị hoá diễn ra một cách ồ ạt khó kiểm soát đã dẫn đến ô nhiễm môi trường ở nhiều mức độ khác nhau. Hệ quả

của chúng làm cho môi trường đất ngày càng biến đổi về chất lượng thậm trí nếu không được kiểm soát và xử lý tốt các nguồn gây ô nhiễm thải vào môi trường đất sẽ dẫn đến ô nhiễm và suy thoái đất trong thời gian tới.

3.2.2 Tài nguyên môi trường nước

Tài nguyên nước mặt

Phú Thọ có nguồn tài nguyên nước dồi dào, có 3 con sông lớn chảy qua: sông Hồng, sông Lô, sông Đà; ngoài ra có sông Chảy, sông Bứa cùng với 42 phụ lưu và các ao, hồ, đầm, suối với tổng diện tích mặt nước khoảng 121.567 ha[10].

Nước ao, đầm, hồ:

Theo số liệu điều tra trên địa bàn tỉnh Phú Thọ hiện có 3.940 ha[10] mặt nước ao, hồ, đầm phân bố khá đồng đều. Đây là nguồn nuôi trồng thủy sản lớn và cũng là nguồn cung cấp nước tưới, nước sinh hoạt quan trọng cho nhân dân.

Tuy nhiên, nước ao, đầm, hồ tại một số khu vực đang có dấu hiệu bị ô nhiễm chất hữu cơ, chất rắn lơ lửng, vi sinh vật, amôni được tập trung chủ yếu tại các khu vực sản xuất công nghiệp, chăn nuôi không tập trung và một số làng nghề... Nồng độ các chất ô nhiễm này cao hơn tiêu chuẩn cho phép và đang có dấu hiệu tăng dần.

Tài nguyên nước ngầm

Nước ngầm trên địa bàn tỉnh Phú Thọ có trữ lượng, tiềm năng rất lớn, theo tổng hợp kết quả tính toán của Báo cáo Khảo sát đánh giá hiện trạng, đề xuất các giải pháp quản lý khai thác, sử dụng bảo vệ nguồn tài nguyên nước Phú Thọ năm 2008, tổng trữ lượng nước dưới đất được thống kê như sau:

Nước ngầm trên địa bàn tỉnh Phú Thọ có thể khai thác thuận lợi ở các tầng nông sâu khác nhau bằng các giếng khoan và giếng đào để sử dụng cho các mục đích ăn uống, sinh hoạt, công nghiệp và du lịch khác. Toàn tỉnh có khoảng trên 200.000 giếng đào và trên 8.000 giếng khoan tay

3.2.3 Tài nguyên môi trường không khí

Môi trường không khí bị ô nhiễm chủ yếu hiện nay do bụi và khí thải từ hoạt động sản xuất công nghiệp, hoạt động giao thông vận tải, hoạt động xây dựng và đun nấu bếp trong nhân dân.

3.3 Xây dựng cơ sở dữ liệu GIS phục vụ bảo vệ môi trường và phát triển bền vững

Hệ cơ sở dữ liệu GIS tài nguyên - môi trường tỉnh Phú Thọ được thiết kế thành hai phần: Hệ cơ sở dữ liệu nền GIS như: ranh giới hành chính, địa hình, cơ sở hạ tầng, giao thông, thủy hệ, phủ bề mặt và hệ cơ sở dữ liệu GIS chuyên ngành môi trường: Tài nguyên môi trường nước, đất, không khí, tài nguyên rừng.

* Quy định phân lớp, nhóm lớp trong ArcGis.

- Tên của cơ sở dữ liệu: PHÚTHỌTÀINGUYỄNMÔITRƯỜNG

- Tên của mỗi nhóm lớp chuyên đề bắt đầu bằng tên của cơ sở dữ liệu rồi đến tên của từng nhóm lớp chuyên đề:

+ Nhóm cơ sở dữ liệu nền 1: PTTNMT_Biên giới địa giới

+ Nhóm cơ sở dữ liệu nền 2: PTTNMT_DC cơ sở hạ tầng

+ Nhóm cơ sở dữ liệu nền 3: PTTNMT_Địa hình

+ Nhóm cơ sở dữ liệu nền 4: PTTNMT_Giao thông

+ Nhóm cơ sở dữ liệu nền 5: PTTNMT_Thủy hệ

+ Nhóm cơ sở dữ liệu nền 6: PTTNMT_Phủ bề mặt

+ Nhóm chuyên đề 1: PTTNMT_Môi trường đất

+ Nhóm chuyên đề 2: PTTNMT_Môi trường nước

+ Nhóm chuyên đề 3: PTTNMT_Môi trường không khí

+ Nhóm chuyên đề 4: PTTNMT_Tài nguyên rừng

3.3.1 Xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý.

• Cơ sở thiết kế

Mô hình dữ liệu địa hình được xây dựng dựa trên:

- Bản đồ địa hình làm lớp nền cho mục đích chuyên đề tài nguyên-môi trường.

- Tài liệu quy định kỹ thuật số hóa bản đồ tỷ lệ 1:10.000

• Nguồn dữ liệu

- Bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000 được thành lập bằng phương pháp công nghệ ảnh số năm 2009 tại Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ, hệ tọa độ quốc gia VN2000, múi chiếu 3⁰, kinh tuyến TW 105⁰⁰' với khuôn dạng *.DGN được chia thành 7 file,

tương ứng với 7 nhóm lớp: cơ sở toán học, thủy hệ, địa hình, giao thông, dân cư, ranh giới và thực vật. Các lớp dữ liệu này đã được cập nhật thêm một số thông tin từ bản đồ địa chính tỷ lệ 1:15.000 do Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ thành lập năm 2004.

- Ảnh viễn thám SPOT độ phân giải 5 m và 2,5 m toàn sắc và 10 m đa phổ để cập nhật các đối tượng địa lý mới xuất hiện (nguồn Trung tâm Viễn Thám Quốc gia, năm chụp 2008)

- *Thiết kế Geodatabase*

Cơ sở dữ liệu của đề tài được thiết kế chung cho cả hai phần: Cơ sở dữ liệu nền và cơ sở dữ liệu chuyên đề Sinh thái môi trường.

Trong phần ArcGis việc quản lý dữ liệu được thao tác trên ArcCatalog Personal Geodatabase có tên PHUTHOTAINGUYENMOITRUONG với các Feature dataset thuộc nhóm cơ sở dữ liệu nền là: PTTNMT_BIENGIOIDIAGIOI, PTTNMT _DCCOSOHATANG, PTTNMT_DIAHINH, PTTNMT_GIAOTHONG, PTTNMT_THUYHE và PTTNMT_PHUBEMAT. Các đối tượng trong Feature Dataset cần thống nhất về project, chuẩn project của Việt Nam là Vn-2000 của Bộ tài nguyên và Môi trường.

- *Nhập dữ liệu thuộc tính*

Công việc này là rất quan trọng vì trong quản lý dữ liệu ở định dạng DGN chỉ cho phép lưu trữ các thông tin về đồ họa như lực nét, màu, kí hiệu ... mà không có thông tin chuyên đề. Chính vì vậy khi chuyển sang ArcGIS cần có các thao tác nhập thuộc tính cho đối tượng. Dựa vào bảng hướng dẫn số hóa và biên tập bản đồ tỷ lệ 1:10.000

3.3.2 Xây dựng cơ sở dữ liệu chuyên đề sinh thái tài nguyên môi trường

Trong sự phát triển của công nghệ tin học, Hệ thống thông tin địa lý(GIS) đóng vai trò rất quan trọng trong bảo vệ môi trường và phát triển bền vững, Những dữ liệu đầu ra ở dạng số lưu trong các phần mềm máy tính khác nhau, khi được tích hợp trong một mô hình toán học chung sẽ giúp ích nhiều cho việc lưu trữ, xử lý thông

tin, tiến tới những khả năng dự báo nguy cơ tai biến và hạn chế những ô nhiễm môi trường nước và đất trên địa bàn tỉnh Phú Thọ.

Tổ chức dữ liệu phụ thuộc vào độ lớn của dữ liệu, mục tiêu sử dụng và phương thức lưu trữ. Độ lớn dữ liệu xác định phương tiện dùng lưu trữ (media for storage). Mục tiêu sử dụng xác định cấu trúc và dạng kết nối với trung tâm lưu trữ. Phương thức lưu trữ dữ liệu nếu như ở dạng mạng được chia ra thành: dữ liệu tập trung (centralized) hay dữ liệu phân tán (distributed). Đối với cơ sở dữ liệu GIS tài nguyên-môi trường tỉnh Phú Thọ, do chỉ lập theo mục tiêu xác định nên độ lớn dữ liệu ở dạng trung bình nhỏ, dữ liệu kết nối dạng mạng theo thể tập trung, có liên kết và ở hệ mở cho phép thâm nhập làm mới thường xuyên.

➤ **Quy trình xây dựng chuyên đề sinh thái tài nguyên môi trường**

Thiết kế các bộ dữ liệu chuyên đề của hệ thống thông tin địa lý về môi trường là xác định rõ mối quan hệ, cấu trúc của các dữ liệu và tổ chức chúng một cách logic để có thể đáp ứng được các nhu cầu thông tin của công tác bảo vệ tài nguyên-môi trường. Trên thực tế có một số dữ liệu rất cơ bản và gắn kết với các vấn đề ô nhiễm môi trường. Ví dụ như: thủy hệ, ranh giới hành chính, địa hình, cơ sở hạ tầng ... Các dữ liệu này được coi như là dữ liệu nền. Còn một số các dữ liệu khác là các dữ liệu về các vấn đề môi trường cụ thể, ví dụ như: Các trạm quan trắc chất lượng nước mặt, chất lượng nước ngầm, chất lượng không khí, suy thoái đất ... Trong cơ sở dữ liệu HTTĐL Quốc gia về môi trường phải đưa vào đủ 2 loại dữ liệu này.

Việc xây dựng nhóm chuyên đề môi trường cũng được làm theo quy trình chung. Trong nội dung này chỉ nêu những đặc trưng riêng cần chú ý cho từng nhóm chuyên đề sinh thái tài nguyên môi trường.

• *Cơ sở thiết kế*

Mô hình dữ liệu chuyên đề sinh thái tài nguyên - môi trường được xây dựng dựa trên:

- Cơ sở dữ liệu nền địa lý
- Các nhóm chuyên đề về môi trường
- Tài liệu về hiện trạng tài nguyên môi trường tỉnh Phú Thọ

- *Nguồn dữ liệu*

Tài liệu về điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội, dữ liệu hiện trạng môi trường tỉnh Phú Thọ. Dữ liệu về hiện trạng tài nguyên môi trường tỉnh Phú Thọ được thu thập dựa vào “Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Phú Thọ” năm 2006-2010 của Sở Tài nguyên - Môi trường tỉnh Phú Thọ.

Để đánh giá được hiện trạng tài nguyên môi trường của tỉnh Phú Thọ cần thu thập các số liệu trạm quan trắc chất lượng nước mặt, chất lượng nước ngầm, chất lượng không khí, hiện trạng sử dụng đất, hiện trạng rừng có sẵn của tỉnh Phú Thọ.

- Địa điểm thu thập: Sở Tài nguyên - Môi trường tỉnh Phú Thọ.

- Số liệu thu thập: Vị trí quan trắc, các thông số quan trắc và phân tích thành phần hóa học của môi trường nước (nước mặt, nước ngầm), chất lượng không khí, hiện trạng rừng. Số liệu sau khi thu thập được sẽ được tổng hợp, xử lý dưới dạng các biểu đồ, bảng tổng hợp để làm cơ sở đánh giá được sự biến đổi về tài nguyên môi trường của tỉnh Phú Thọ

- *Thiết kế Geodatabase*

Việc quản lý dữ liệu được thao tác trên ArcCatalog. Personal Geodatabase có tên PHUTHO_TAINGUYENMOITRUONG với các Feature dataset thuộc nhóm cơ sở dữ liệu chuyên đề sinh thái môi trường được trình bày cụ thể như sau:

Nhóm chuyên đề 1: Nhóm CSDL môi trường và tài nguyên đất:

PTTNMT_MOITRUONGDAT

* Phân lớp gồm 2 nhóm lớp:

PTTNMT_QuanTracDat, PTTNMT_HienTrangSuDungDat

Nhóm chuyên đề 2: Nhóm CSDL môi trường và tài nguyên nước

PTTNMT_MOITRUONGNUOC

* Phân lớp gồm 4 nhóm lớp:

PTTNMT _ QuanTracNuocDamHo, PTTNMT _ QuanTracNuocSong

PTTNMT _ QuanTracNuocNgam, PTTNMT _ Thuyhevung

Nhóm chuyên đề 3: PTTNMT _MoiTruongKhongKhi

* Phân lớp gồm 1 nhóm lớp : PTSTMT _QuanTracKhongKhi

* Các ràng buộc toàn vẹn dữ liệu không gian (quan hệ topology)

Dữ liệu thuộc nhóm chuyên đề 3 có quan hệ topology hoàn toàn độc lập.

* Thông tin thuộc tính nhóm chuyên đề 3:

Nhóm chuyên đề 4: PTTNMT _TaiNguyenRung

* Phân lớp gồm 1 nhóm lớp: PTSTMT _ TaiNguyenRung

3.3.3 Phát triển ứng dụng GIS trong bảo vệ môi trường và phát triển bền vững

Hỏi đáp: Phép hỏi đáp bao gồm việc nhận biết các đối tượng thỏa mãn một hay nhiều điều kiện hay tiêu chí nào đó. Các đối tượng được lựa chọn có thể được ghi lại trên một lớp dữ liệu mới hoặc dữ liệu hình học hay thuộc tính của chúng và được lưu lại theo vài cách khác nhau.

Chồng ghép: Chồng ghép lớp thông tin là công cụ phân tích không gian lợi thế và là một yếu tố quan trọng đứng phía sau sự phát triển của công nghệ GIS. Chồng ghép là sự gộp chung dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính của hai hay nhiều lớp dữ liệu.

Với cơ sở dữ liệu của tỉnh Phú Thọ, ta có thể chồng ghép để có được các lớp thông tin phát sinh tùy thuộc vào yêu cầu của người khai thác dữ liệu

Chiết xuất:

Là khả năng tách lọc các thông tin cần thiết phục vụ cho một mục đích nào đó. Ví dụ Mô hình số địa hình được xây dựng dựa trên nhóm lớp thông tin địa hình. Mô hình cho thấy rõ mức độ chia cắt địa hình tỉnh phú thọ, màu nâu thể hiện núi cao ở phía tây, tây nam, thuận lợi phát triển rừng, màu xanh thể hiện vùng đồng bằng có địa hình thấp hơn, phù hợp phát triển cây lương thực, chăn nuôi.

Lập các bản đồ chuyên đề:

Từ cơ sở dữ liệu GIS đã được xây dựng, các bản đồ chuyên đề tài nguyên - môi trường được thành lập. Nội dung của bản đồ chuyên đề được trình bày thông qua phần mềm ArcMap. Đây là phần mềm có các thư viện về ký hiệu, chữ và màu sắc khá phong phú.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

1. Lần đầu tiên đã xây dựng được cơ sở dữ liệu nền địa lý và cơ sở dữ liệu chuyên đề tài nguyên - môi trường cho tỉnh Phú Thọ. Kết quả của quá trình chuyển đổi được tổ chức theo Geodatabase, là một hệ tổ chức dữ liệu khoa học chuẩn thể giới trong GIS.

2. Bên cạnh các công cụ hữu hiệu như chính sách, pháp luật, kinh tế, cơ sở dữ liệu GIS là công nghệ và công cụ quan trọng hỗ trợ hiệu quả cho công tác quản lý môi trường. Đây là nội dung quan trọng, thể hiện hành động rõ ràng và cụ thể trong nỗ lực bảo vệ môi trường của Nhà nước và các cơ quan, ban ngành.

3. Cơ sở dữ liệu GIS cung cấp những thông tin quan trọng về sự biến đổi các thành phần tài nguyên và môi trường của tỉnh Phú Thọ; cập nhật, lưu trữ, chia sẻ và phân tích không gian, giúp các nhà lãnh đạo, các nhà quản lý có những quyết định đúng đắn và kịp thời.

4. Từ các tổ chức cơ sở dữ liệu GIS, đã chọn lọc và tổng hợp các các lớp thông tin xây dựng một số bản đồ chuyên đề truyền thống thể hiện các đối tượng khác nhau của lãnh thổ như bản đồ lớp phủ thực vật, bản đồ hiện trạng sử dụng đất... cũng như các bản đồ chuyên đề thể hiện rất chi tiết các bản chất của đối tượng về định tính và định lượng như: mức độ ô nhiễm NH₄ trong nước ngầm, hàm lượng COD, BOD trong môi trường nước mặt...

5. Trên cơ sở dữ liệu Tài nguyên môi trường đã được xây dựng, bằng cách sử dụng các chức năng chuyên dụng của ArcGIS có thể đưa ra yêu cầu để được cung cấp thêm một số chức năng, chiết xuất, trình bày dữ liệu, lập báo cáo đưa ra giải pháp tối ưu phục vụ mục đích bảo vệ môi trường.

Kiến nghị

Đề tài mới chỉ dừng lại ở việc xây dựng cơ sở dữ liệu chuyên đề tài nguyên - môi trường mang tính chất tổng hợp với 4 nhóm lớp, cần tiếp tục phát triển nghiên cứu nhằm tích hợp được cơ sở dữ liệu môi trường đầy đủ để có thể đưa ra những phân tích đánh giá khách quan hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Trần Quốc Bình(2004), “*Bài giảng ESRI AGIS 8.1*” Đại học quốc gia Hà Nội - Đại học Tự nhiên
2. Bộ Tài Nguyên và Môi Trường (2008), “*Quyết định 06/07/QĐ-BTNMT về việc ban hành Quy định áp dụng chuẩn thông tin địa lý cơ sở quốc gia*”
3. Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam - Bộ Tài nguyên và Môi trường (2009), “*Hướng dẫn số hóa và biên tập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000*”
4. Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam - Bộ Tài nguyên và Môi trường (2008), “*Mô hình cấu trúc và nội dung dữ liệu nền địa lý 1:10000*”
5. Cục Công nghệ thông tin - Bộ Tài nguyên và Môi trường (2009), “*Hướng dẫn sử dụng phần mềm Arcgis*”
6. Thạc Bình Cường (2005), “*Phân tích và thiết kế hệ thống thông tin*”, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội
7. Nguyễn Ngọc Dung (2008), “*Quản lý tài nguyên và môi trường*”, NXB Xây Dựng, Hà Nội.
8. Nguyễn Văn Đài (2002), “*Hệ thống tin địa lý (GIS)*”, Giáo trình trường đại học khoa học tự nhiên - Hà Nội.
9. Võ Chí Mỹ (2010), “*Xây dựng cơ sở dữ liệu GIS môi trường*”, Bài giảng sau đại học cho ngành kỹ thuật trắc địa, Trường Đại học Mỏ - Địa Chất, Hà Nội.
10. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Phú Thọ (2010), “*Báo cáo hiện trạng Môi trường tỉnh Phú Thọ*”.
11. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Phú Thọ(2010), “*Tình hình thực hiện nhiệm vụ, dự án về tài nguyên và môi trường*”
12. Trần Văn Thụy, Trần Minh, Nguyễn Đình Dương, Mia Lammens, William De Genst, BeataM.de Vliegheer (TP Hồ Chí Minh-2007) “*GIS (Hệ thống*

thông tin địa lý) trong nghiên cứu sinh thái và đa dạng sinh học” Tập bài giảng cao học

13. Tổng cục môi trường - Bộ tài nguyên và môi trường, <http://vea.gov.vn>
14. Tổng cục môi trường, “*Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt*”
15. Tổng cục môi trường, “*Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về không khí xung quanh*”
16. Tổng cục môi trường, “*Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn cho phép về kim loại nặng trong đất*”
17. Tổng cục môi trường, “*Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ngầm*”
18. Tổng cục môi trường, “*Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật trong đất*”
19. Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ (2008 - 2009), Dự án: “*Thành lập cơ sở dữ liệu nền địa lý 1/10.000 gắn với mô hình số độ cao phủ trùm các tỉnh Thái Nguyên, Phú Thọ*”.
20. Ngô Trung Việt (1999), “*Phát triển hệ thống thông tin, góc nhìn của người quản lý*”, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội
21. Viện khoa học và công nghệ Việt Nam (Phân viện vật lý tại TP Hồ Chí Minh - 2005), “*Giáo trình AGIS cơ bản*”
22. Nguyễn Trường Xuân (2006), “*Giáo trình hệ thông tin địa lý*”, ĐH Mỏ Địa Chất, Hà Nội.

Tiếng Anh

23. Andrew MacDonal, “*Building a Geodatabase*”
24. Bernhardsen T. (1999) “*Geographic information systems*”. An introduction. 2nd edition. New York (USA)
25. Burrough P.A., McDonnell R.A. (1998) “*Principles of geographical information systems*”. Oxford (UK): Oxford University Press, 333 p. ISBN 0-19-823365-5

26. Burrough P.A(1987), "*Principle of Geographycal Information System for Land Resources Assessment*", Oxford.
27. Keith C.Clare * Bradley O.Parks * Michael P.Crane (2006), "*Geographic Infomation Systems and Environmental Modeling*", Published by Prentice - Hall of India, New Delhi.
28. Jil McCoy, Kevin Jonhston, Steve Kopp, Brett Borup, Jacson Willison, Bruce Payne(2001-2002), "*Using_ArcGIS_Spatial_Analyst_Tutorial*"
29. John Picle (1999), "*Cartography, Digitan Transition and Questions of Hystory*", ICA Ottawa.
30. Robert Laurini, Derek Thompson. "*Fundamentals of spatial information systems*". Academic Press 1992.