

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GIS ĐỂ CẢNH BÁO LŨ Bùn ĐÁ VÀ TÌM ĐỊA ĐIỂM XÂY DỰNG THỦY ĐIỆN NHỎ, LẤY VÍ DỤ Ở LÀO CAI

Đào Đình Bắc, Nguyễn Hiệu, Trần Thanh Hà

Khoa Địa lý, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Hà Nội

1. Đặt vấn đề

Bản chất của ứng dụng Hệ thống tin địa lý là xác lập mối liên hệ không gian giữa các đối tượng và hiện tượng mang thuộc tính không gian. Trong nghiên cứu xác lập sơ đồ logic cho ứng dụng GIS, người ta phải tìm được những mối liên hệ giữa các hiện tượng để từ đó xác lập các lớp thông tin cần phải đưa vào mô hình. Số lượng lớp thông tin khá nhiều, nhưng chúng thường có hệ số tương quan rất khác nhau với đối tượng nghiên cứu. Nhiệm vụ của người vận dụng cụ thể là phải định được những mối liên hệ chặt chẽ nhất để ưu tiên tìm kiếm trong khi thành lập cơ sở dữ liệu, bởi vì trong nhiều cặp tương quan bao giờ cũng có những cặp tương quan chặt chẽ nhất và có ý nghĩa quyết định nhất. Ví dụ, căn cứ vào định nghĩa về “bãi bồi là bề mặt tích tụ dưới đáy thung lũng sông do hoạt động xâm thực và tích tụ của dòng sông tạo nên và hàng năm vẫn bị nước lũ tràn ngập”, khi muốn xác định diện tích những không gian bị ngập lụt, nhà nghiên cứu lũ lụt bằng công nghệ GIS trước hết phải có lớp thông tin thể hiện toàn bộ những diện tích bãi bồi thấp, bãi bồi cao rồi cho nó kết hợp với những lớp thông tin về độ cao lũ khác nhau. Với mục đích này thì toàn bộ không gian không phải là bãi bồi hiện đại đều không cần quan tâm [1].

Với cách suy nghĩ như vậy, trong quá trình thực hiện đề tài NCCB mã số 74.06.04 và đề tài trọng điểm mã số QGTĐ 03.04 trên địa bàn tỉnh Lào Cai, chúng tôi đã chú ý tới mối liên hệ rất trực quan giữa một số đặc trưng địa mạo có thể dùng làm cơ sở cho việc sử dụng công nghệ GIS để phát hiện những không gian có giá trị sử dụng đặc biệt cũng như dự báo một số tai biến thiên nhiên nguy hiểm.

Trong phạm vi bài viết này, chúng tôi đề cập đến những dấu hiệu địa mạo cần đưa vào mô hình GIS phục vụ cho việc xác định những không gian tiềm ẩn tai biến lũ bùn đá, tìm kiếm những vị trí thuận lợi để xây dựng hồ, đập và mặt bằng đặt nhà máy thủy điện cỡ nhỏ ở vùng núi.

2. Kết quả nghiên cứu tai biến lũ bùn - đá ở Bắc Hà và khả năng áp dụng GIS để cảnh báo nguy cơ tai biến cho những vùng núi tương tự

2.1. Cơ sở khoa học

Lũ bùn - đá là một dạng của lũ quét xuất hiện đột ngột, hoạt động trong khoảng thời gian ngắn, di chuyển với tốc độ cao và có sức công phá rất lớn. Đó là những dòng cuồng lưu ở miền núi chứa đầy bùn đá, chủ yếu xảy ra khi có mưa rào cường độ lớn hoặc mưa kéo dài, khi kết thúc thường để lại những khối tích tụ trầm tích hỗn độn đặc trưng, gọi là lũ tích.

Theo chúng tôi, ngoài những tác nhân thuận lợi khác, điều kiện tiên quyết để sinh ra lũ bùn đá gồm:

1) Thứ nhất là phải có những khối trượt lở đất đá diễn ra mạnh từ 2 sườn thung lũng để cung cấp vật liệu bùn đá cho dòng lũ khi nó xảy ra;

2) Thứ hai là phải có điều kiện để vật liệu trượt lở tạo ra đập chắn tạm thời, rồi khi đập vỡ, nước xả nhanh xuôi dòng thành lũ quét mang theo nhiều đất đá.

Kết quả phân tích địa mạo khu vực sườn phía tây và tây nam của sơn nguyên Bắc Hà cho thấy ở đây có những yếu tố thỏa mãn rất tốt những điều kiện nêu trên.

Đối với điều kiện tiên quyết thứ nhất có thể nêu những yếu tố chính sau đây:

- Cấu trúc địa chất đơn nghiêng với các lớp đá cứng mềm xen kẽ nhau dẫn đến sự phong hóa chọn lọc, tạo ra nhiều vật liệu vụn trong tập đá mềm. Tập đá mềm ở đây gồm các loại đá phiến biến chất có bề dày dao động từ 40m đến vài trăm mét, rất dễ bị phong hóa, tạo ra mặt cắt vỏ phong hóa rất dày giàu sét nhưng còn chứa nhiều mảnh vụn của những bộ phận giàu thạch anh và quắc zit. Trong điều kiện thường có những đợt mưa kéo dài, mặt đệm lại không được lớp thực vật tự nhiên bảo vệ do lối canh tác nương rẫy sẽ dễ dàng xảy ra trượt đất;

- Mặt khác, theo nguyên lý chung về xâm thực, khi dòng suối cắt qua tập đá mềm, nó sẽ dễ dàng phát triển xâm thực ngang để mở rộng đáy, gây ra hiện tượng xói lở chân sườn dẫn đến mất cân bằng trọng lực và sinh ra trượt lở.

Đối với điều kiện tiên quyết thứ 2, khu vực nghiên cứu có những yếu tố cấu trúc thạch học và kiến tạo đặc biệt thuận lợi sau đây:

- Cấu tạo đơn nghiêng với thành phần thạch học như trên là tiền đề để khi dòng chảy cắt vuông góc hoặc gần vuông góc với đường phương của nó, sẽ hình thành dạng “thung lũng xuyên thủng”. Đoạn thung lũng bị thu hẹp (khi cắt qua vỉa đá cứng - đá vôi) sẽ là nơi dòng lũ mang theo bùn đá bị tắc nghẽn, tạo ra đập chắn tạm thời.

- Nhiều khe nứt và đứt gãy kiến tạo cắt gần vuông góc với đường phương của đơn nghiêng là tiền đề xuất hiện những đoạn “thung lũng xuyên thủng” nói trên.

2.2. Ứng dụng phương pháp GIS để xác định những khu vực có nguy cơ tại biến lũ bùn đá

Qua phân tích nguyên nhân gây ra hiện tượng lũ bùn đá phổ biến rộng rãi khác thường ở Bắc Hà, có thể thấy mối liên hệ rất trực quan của chúng với những đặc trưng về cấu trúc kiến tạo, cấu trúc thạch học, hướng dòng chảy so với đường phương và thế nằm của đất đá, hướng phơi của lưu vực, hướng vận động của các khối khí gây mưa. Những mối liên hệ khá chặt chẽ đó là cơ sở để đưa ra sơ đồ logic cho Hệ Thông tin Địa lý ứng dụng trong nghiên cứu nguy cơ tại biến lũ bùn đá ở miền núi.

Để thực hiện công việc này cần có các dữ liệu ban đầu:

- Bản đồ địa hình;
- Bản đồ địa chất;
- Bản đồ khí hậu (lượng mưa, chế độ mưa, hướng gió thống trị);
- Bản đồ hiện trạng sử dụng đất (HTSDĐ);
- Ảnh viễn thám ở các tỷ lệ phù hợp với quy mô nghiên cứu.

Từ đó xây dựng các lớp thông tin dạng số:

- Độ dốc (1);
- Hướng sườn, hướng của các lưu vực sông suối và hướng gió gây mưa thống trị (2);
- Đặc điểm thạch học (3);
- Hướng cắm của đá gốc (4);
- Lớp phủ thực vật từ bản đồ Hiện trạng sử dụng đất (5);
- Sơ đồ lineament sông suối, khe nứt và đứt gãy kiến tạo (6);
- Hiện trạng sử dụng đất (7).

Trong đó, các lớp thông tin 1, 2 được phân tích và tính toán từ mô hình số độ cao (xây dựng trên cơ sở số liệu độ cao từ bản đồ địa hình), các lớp 3, 4 và 6 được số hóa và nhập thuộc tính từ

Hướng sườn và lớp phủ thực vật sẽ là những thông tin mang tính chỉ tiêu, được bổ sung để đánh giá mức độ hay khả năng xuất hiện của lũ bùn đá trên khu vực nghiên cứu, thông qua việc đánh giá mức độ tiềm ẩn trượt lở trên sườn các thung lũng. Hiện tượng lũ quét sẽ trở thành một dạng tai biến thiên nhiên cực kỳ nguy hiểm ở vùng núi khi nó tác động lên hệ thống quản lý tài nguyên của con người. Bởi vậy, kết quả cuối cùng sẽ được tích hợp với lớp thông tin HTSDĐ (lớp 8) để xây dựng bản đồ cảnh báo tai biến lũ quét. Kết quả tích hợp các lớp thông tin sẽ làm nổi rõ những lưu vực nhỏ có nhiều nguy cơ tai biến lũ bùn đá, nơi có sự tương tác phù hợp của các lớp 2, 3, 4 và 6.

Trên đây là sơ đồ phân tích và tích hợp các lớp thông tin đặc trưng cho một kiểu vùng có cấu trúc địa chất - địa mạo nhất định. Tuy mức độ đại diện của nó còn hạn chế, nhưng cũng đã chứng minh được tính hiện thực của khả năng dùng GIS để xác định nguy cơ tai biến lũ bùn đá. Đối với miền núi phía bắc, kiểu cấu trúc này thường gặp ở vùng rìa Khối năng Việt Bắc, như ở Hà Giang, Cao Bằng, Bắc Cạn và Lào Cai, nơi rất phổ biến những hệ tầng trầm tích biến chất cổ gồm đá vôi, đá hoa xen đá phiến biến chất tuổi Silua, Ođocic, Cambri và Tiền Cambri.

3. Tìm kiếm các vị trí xây dựng hồ, đập và đặt nhà máy thủy điện nhỏ ở miền núi

3.1. Cơ sở khoa học

Trong địa mạo ứng dụng, từ lâu người ta đã xác định được những tiêu chí cơ bản cho việc tìm kiếm địa điểm xây dựng hồ và đập. Tuy nhiên, đó chỉ là những yêu cầu chung nhất, còn cụ thể đối với những dự án loại nhỏ và vừa ở miền núi thì chưa được tổng kết. Nghiên cứu của chúng tôi tại khu vực hồ thủy điện nhỏ Chu Linh - Cốc San, huyện Sa Pa, tỉnh Lào Cai đã cho phép đưa ra một số nhận định có ý nghĩa phương pháp luận sau đây:

- Đối với những dự án thủy điện loại nhỏ, do vốn đầu tư hạn chế, cần tìm những địa điểm đặt lòng hồ *càng ít phải san ủi càng tốt*, nghĩa là tận dụng tối đa điều kiện địa hình tự nhiên;
- Cần chọn đoạn thung lũng có trắc diện dọc càng thoải càng tốt để đảm bảo lòng hồ có thể tích tối ưu đối với mỗi cao trình của đập;
- Cần giảm tối đa giá thành xây dựng đập, nghĩa là phải chọn được nơi thung lũng có mặt cắt ngang hẹp và điều kiện địa chất công trình thuận lợi nhất;
- Cần tăng hiệu suất của dự án bằng cách chọn những thung lũng cho phép tăng tối đa thể năng cột nước đưa vào tua bin.

Xét theo những yêu cầu trên thì việc chọn địa điểm làm lòng hồ, tuyến đập và nơi đặt nhà máy phát điện cho dự án thủy điện nhỏ Chu Linh - Cốc San đã được thực hiện một cách rất hợp lý đối với điều kiện miền núi cao và núi trung bình. Sau đây chúng tôi sẽ phân tích những ưu điểm của lựa chọn này trên quan điểm địa mạo để làm cơ sở cho việc vận dụng công nghệ viễn thám và GIS trong công tác tìm kiếm địa điểm đặt công trình thủy điện nhỏ ở miền núi.

- Địa điểm làm lòng hồ

Nhìn khái quát, địa bàn đã được chọn để đặt lòng hồ là một dải trũng nằm trên sườn đông bắc dãy Hoàng Liên Sơn với nhiều đoạn mở rộng dạng bồn địa kéo dài gần 10km theo phương Tây Bắc - Đông Nam từ Tả Phìn tới Sa Pa. Do có hướng trùng với hướng cấu trúc chính của dãy núi địa lũy Hoàng Liên Sơn nên nó được gọi là *dải trũng dọc* và thung lũng sông suối hình thành trong đó được gọi là *thung lũng dọc*. Lòng hồ thủy điện Chu Linh được đặt tại nơi hợp lưu của hai con suối hình thành trong dải trũng dọc này là suối Hồ và suối Vàng. Vì là những thung lũng dọc nên chúng có trắc diện dọc rất thoải, trung bình là 1,2%, do đó bồn hồ có độ gia tăng thể tích tối đa đối với mỗi sự gia tăng tương ứng của cao trình đập.

Về mặt địa mạo cấu trúc, dải trũng dọc này được hình thành trên một cấu trúc địa hào song

song với địa lũy trung tâm Hoàng Liên Sơn thể hiện rõ trên các bản đồ sơn văn, thủy văn, địa mạo, địa chất, kiến tạo và đặc biệt là trên ảnh máy bay.

- *Vị trí đặt tuyến đập* cho thủy điện nhỏ Chu Linh - Cốc San nằm cách điểm hợp lưu của hai dòng suối dọc nối trên chùng 200m, nơi chúng tạo ra đoạn thượng nguồn của Ngòi Dum. Đây là một đoạn *thung lũng xuyên thủng* điển hình, bởi vì mặt cắt ngang hẹp và sâu của nó tương phản hoàn toàn so với cả 2 đoạn thung lũng dọc nối trên cũng như so với đoạn thung lũng Ngòi Dum mở rộng ngay sát bên dưới về phía hạ lưu. Sự hình thành đoạn thung lũng hẹp này được khơi mào bởi một đứt gãy vuông góc với hướng cấu trúc chính của dãy núi địa lũy Hoàng Liên Sơn, tức là một *đứt gãy ngang* thể hiện rõ trên địa hình, và do vậy đoạn thung lũng này được gọi là *thung lũng ngang*. Trong vùng nghiên cứu còn có thể gặp nhiều đứt gãy ngang và thung lũng ngang như vậy. Đây cũng là một nét sơn văn đặc trưng cho nhiều dải núi kéo dài bị nâng mạnh bởi vận động kiến tạo: dường như bao giờ cũng có sự giao cắt của hai hệ thống khe nứt và đứt gãy kiến tạo chính, trong đó một hệ thống song song với trục sơn văn chính, còn hệ thống kia gần vuông góc với nó. Tương ứng sẽ hình thành mạng lưới thủy văn gồm những thung lũng dọc và thung lũng ngang, như trường hợp của vùng nghiên cứu này. Hệ quả là nơi hội lưu của các thung lũng dọc thường có diện tích khá rộng và thoải, làm tiền đề cho sự tập trung nguồn nước để sau đó tìm đường thoát ra theo đoạn thung lũng ngang hẹp và sâu, hình thành một cấu trúc địa hình kiểu “chuôi vồ”, rất lý tưởng cho xây dựng hồ và đập.

- *Vị trí đặt nhà máy phát điện*: Một điều đáng chú ý là sườn Đông Bắc của dãy Hoàng Liên Sơn có tính phân bậc mang tầm khu vực rất rõ, khiến cho trắc diện dọc của các thung lũng ngang có nhiều điểm gãy với những đoạn dốc và thoải xen kẽ nhau. Đoạn dốc có đáy hẹp, độ chênh cao lớn, còn đoạn thoải thường có đáy mở rộng. Chính những điểm gãy đó là nơi thích hợp nhất để đặt nhà máy phát điện cỡ nhỏ, bởi vì có thể dễ dàng lợi dụng độ chênh cao của đoạn dốc để tăng thế năng cho cột nước qua tua bin còn ở đầu đoạn thoải thì có thể tìm được mặt bằng xây dựng. Hai địa điểm đặt nhà máy phát điện trên Ngòi Dum là Chu Linh và Cốc San chính là những nơi như vậy: cột nước bình quân đối với Chu Linh là 509m và đối với Cốc San là 517m.

3.2. Ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS

Những điều phân tích trên đây là cơ sở khoa học cho việc sử dụng các tư liệu viễn thám, đặc biệt là ảnh vệ tinh với sự hỗ trợ của GIS và hệ thống xử lý ảnh để tìm kiếm địa điểm xây dựng các công trình thủy điện nhỏ và vừa ở miền núi.

- *Việc tìm kiếm địa điểm làm lòng hồ* tự trung lại là tìm các thung lũng dọc. Điều này có thể thực hiện được dễ dàng nhờ dọc trực tiếp trên các tư liệu viễn thám hoặc mô hình số độ cao để phát hiện những dải trũng chạy song song với đường phân thủy chính có đáy thoải và mở rộng một cách tương phản so với xung quanh.

- *Địa điểm làm đập* được xác định qua việc tìm vị trí có sự cắt nhau của các đứt gãy dọc và ngang (tương ứng là của các thung lũng dọc và thung lũng ngang). Chúng có thể được nhận biết trực tiếp trên tư liệu ảnh viễn thám hoặc với sự trợ giúp của GIS bằng cách chiết xuất các hệ thống đứt gãy dọc và ngang từ ảnh hoặc mô hình số độ cao trên cơ sở hướng của đứt gãy. Sau khi được tích hợp lại với nhau, tại vị trí giao nhau của hai đứt gãy các pixel sẽ mang thuộc tính về hướng của cả hai đứt gãy. Trên cơ sở đó tích hợp với lớp thông tin của mạng lưới thủy văn và sơn văn để lọc ra những dạng có hướng song song và hướng vuông góc với trục sơn văn chính của dải núi cần phân tích.

- *Địa điểm đặt nhà máy phát điện* được tìm trên các thung lũng ngang tại những điểm gãy trong trắc diện dọc của chúng căn cứ vào mô hình số độ cao hoặc độ dốc địa hình. Như vậy, cần tích hợp lớp thông tin về đứt gãy ngang và thung lũng ngang đã được chiết suất từ kết quả của hai

2. Đào Đình Bắc, Phạm Tiến Sỹ. Lũ bùn - đá và những dấu hiệu cảnh báo rút ra từ kết quả nghiên cứu chúng trên sườn Tây Nam bình sơn Bắc Hà. *Tạp chí Khoa học ĐHQG Hà Nội, Chuyên san Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, No. 4/2004.
3. Nguyễn Hiệu, Đặng Văn Bào. *Nghiên cứu ảnh hưởng của đặc điểm địa mạo tới độ nhạy cảm ngập lụt vùng đồng bằng Huế trên cơ sở ứng dụng viễn thám và GIS*. Báo cáo đề tài cấp Trường ĐHKH Tự nhiên, Hà Nội, 2001, 35 tr.
4. Andrea G. Fabbri, Chang Jo F. Chung et al. Is Prediction of Future Landslides Possible with a GIS? *Natural Hazard*, No 30. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2003, pp. 487-499.
5. Stocks M.A., Heywood D.I., 1994. Terrain modelling for mountains. *Mountain environments and Geographic information systems*, pp. 26-40.

USING GIS FOR WARNING MUD FLOW AND PROSPECTING FOR THE CONSTRUCTION SITE FOR SMALL HYDROELECTRIC PLANT PROJECTS (CASE STUDY IN LAOCAI PROVINCE)

Dao Dinh Bac, Nguyen Hieu, Tran Thanh Ha
Faculty of Geography, Hanoi University of Science, VNU

In creating the path for GIS analysis, it is important to determine the closest correlations between the interested phenomenon and others in order to assign the layers to be established. The factors generating mud flow in Bac Ha highlands, Laocai province are represented clearly on different cartographic and GIS materials, but with different correlation degrees. Using the method “geomorphologic analysis” the authors have found out the two main and determinant pairs of layers in best correlation, which can be applied for warning mud flow in the areas with geologico-geomorphologic situation similar to Bac Ha region. The first is the cruciform crossing between the river beds and the strike of rock layers; the second is the presence of a geological monocline structure with alternation of a member of easily alterable rocks and the one of resistant rocks.

In prospecting for the construction site for small hydroelectric plant in the mountainous region the most significant information are the layers representing the system of longitudinal and transversal tectonic faults and correlatively the layer for the longitudinal and transversal valleys. The longitudinal valley can be used for the reservoir, the water - gap formed at the crossing point of the last by a transversal valley is very convenient for the installation of barrage.