

XÂY DỰNG BẢN ĐỒ DỰ BÁO TAI BIẾN TRƯỢT LỞ LƯU VỰC HỒ THỦY ĐIỆN HOÀ BÌNH

TRẦN VĂN DUƠNG, TRẦN TRỌNG HUỆ

I. MỞ ĐẦU

Nhà máy thủy điện Hoà Bình - nguồn cung cấp điện năng quan trọng phục vụ sự nghiệp công nghiệp hoá - hiện đại hoá đất nước. Việc ngăn dòng sông Đà tại thị xã Hoà Bình, biến hàng trăm kilomet chiều dài sông Đà thành một vùng hồ chứa, dẫn đến sự thay đổi căn bản môi trường sinh thái và kinh tế - xã hội ở hai bên bờ hồ. Hàng loạt điểm dân cư, công trình kinh tế - xã hội được hình thành. Việc ngăn sông và tích nước làm cho mực nước dâng cao đã phá vỡ sự cân bằng tự nhiên tồn tại trên lưu vực sông Đà. Mực nước dâng cao đã gia tăng quá trình phong hoá đất đá và quá trình trượt lở đã xảy ra mạnh mẽ trên khu vực mép nước và toàn bộ lưu vực lòng hồ [2, 3]. Ở quy mô nhỏ, trượt lở có thể gây hư hỏng các công trình dân sinh, vật liệu đất đá trượt lở có thể bồi lấp lòng hồ, làm giảm thời-gian hữu ích của hồ chứa. Nếu trượt lở xảy ra ở quy mô lớn có thể gây ra tai hoạ khủng khiếp như đã từng xảy ra với hồ chứa Vajon (Italia) vào năm 1963.

Để đảm bảo cho sự phát triển bền vững kinh tế-xã hội và quy hoạch phát triển lâu dài vùng lưu vực hồ chứa, cần thiết phải đưa ra những mô hình dự báo thiên tai địa chất, trong đó có thiên tai trượt lở tại khu vực hồ chứa. Trong bài báo này, tác giả trình bày phương pháp xây dựng bản đồ dự báo thiên tai trượt lở trên cơ sở phân tích thống kê cặp biến (bivariate statistical analysis) trong môi trường ILWIS.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT XÂY DỰNG MÔ HÌNH

Trong [1, 6] đã trình bày chi tiết các phép phân tích không gian trong phần mềm ILWIS. Trong khuôn khổ bài báo này chúng tôi đi sâu phân tích khả năng phân tích thống kê các dữ liệu thuộc tính được kết nối với với các dữ liệu không gian, trên cơ sở để xây dựng các bản đồ dự báo thiên tai địa

chất (lấy xây dựng bản đồ dự báo trượt lở khu vực hồ thủy điện Hoà Bình làm ví dụ).

Phương pháp phân tích thống kê cặp biến (bivariate statistical analysis) dựa trên khả năng chồng ghép các bản đồ trong môi trường ILWIS. Khi chồng ghép bản đồ hiện trạng trượt lở với các bản đồ yếu tố tự nhiên gây tai biến trượt lở, được truy cập và quản lý trong môi trường ILWIS, sẽ cho ta một bảng các thông số. Khi phân tích thống kê các dữ liệu thuộc tính của bảng trên cho phép tính toán mật độ trượt lở xảy ra đối với mỗi lớp thông tin (ví dụ: các cấp độ dốc, các loại hình che phủ rừng, các loại đất đá khác nhau của bản đồ địa chất - thạch học...). Các giá trị mật độ trượt lở của mỗi lớp thông tin sau đó được chuẩn hoá bằng cách chia chúng cho mật độ trượt lở của toàn vùng nghiên cứu.

Công thức để tính giá trị trọng số (Weight-values) có dạng :

$$\ln Wi = \ln \left[\frac{MD_{li}}{MD_{td}} \right] = \ln \left[\frac{Npix(Si)}{\sum Npix(Ni)} \right] \quad (1)$$

trong đó : Wi - trọng số của lớp thông tin "i" nào đó của bản đồ yếu tố (ví dụ các cấp độ dốc, các loại đá...), MD_{li} - mật độ trượt lở trong lớp thông tin "i", MD_{td} - mật độ trượt lở trên toàn bộ vùng nghiên cứu, $Npix(Si)$ - số lượng pixel xảy ra trượt lở trong lớp thông tin "i", $Npix(Ni)$ - số lượng pixel trong lớp thông tin "i".

Người ta lấy logarit cơ số tự nhiên giá trị trọng số để gán các giá trị âm (-) cho các trọng số khi mật độ trượt lở nhỏ hơn giá trị bình thường (normal) và giá trị dương (+) khi nó lớn hơn giá trị bình thường.

Cuối cùng các bản đồ yếu tố tự nhiên ban đầu đặc trưng bởi các thông tin khác nhau được vẽ lại dưới dạng các bản đồ trọng số (weight map). Như vậy, bản đồ các yếu tố tự nhiên gây tai biến trượt lở được biểu hiện là bản đồ mật độ trượt lở đã được chuẩn hoá.

Bằng cách tổ hợp tuyến tính các bản đồ trọng số (weight map) sẽ cho ta bản đồ tai biến trượt lở dưới dạng các giá trị số. Phương pháp tích hợp được sử dụng ở đây là phương pháp cộng:

$$S_{sum} = \sum_{k=1}^n S_k \quad (2)$$

trong đó : S_{sum} - giá trị của bản đồ tai biến trượt lở, S_k - bản đồ trọng số (weight map) của yếu tố tự nhiên k , n - số lượng bản đồ yếu tố tự nhiên gây tai biến trượt lở.

Sau khi xử lý thống kê bản đồ tai biến trượt lở cho phép lựa chọn các thang bậc để phân cấp bản đồ theo các cấp độ khác nhau : nguy cơ thấp, nguy cơ trung bình và nguy cơ cao. Sau khi có được bản đồ phân cấp tai biến trượt lở, ta tiếp tục chồng chập bản đồ trên với bản đồ hiện trạng và tính mật độ trượt lở cho mỗi cấp đã phân chia. Nếu thấy ranh giới phân cấp không phù hợp ta lựa chọn thang bậc phân cấp khác và phân cấp lại bản đồ tai biến trượt lở. Quy trình này tiến hành lặp lại nhiều lần cho phép lựa chọn ngưỡng phân cấp tối ưu.

Toàn bộ quy trình phân tích thống kê cập biến để xây dựng bản đồ dự báo nguy cơ trượt lở khu vực hồ thủy điện Hoà Bình xem trên hình 1.

III. PHÂN TÍCH THỐNG KÊ XÂY DỰNG MÔ HÌNH DỰ BÁO TAI BIẾN TRƯỢT LỞ

1. Xây dựng cơ sở dữ liệu

Để xây dựng mô hình dự báo thiên tai trượt lở chính xác và phù hợp với thực tế, đòi hỏi phải tuân thủ các bước sau :

- Thứ nhất, cần xây dựng một bản đồ hiện trạng trượt lở xảy ra trên khu vực với mức độ chi tiết có thể ;

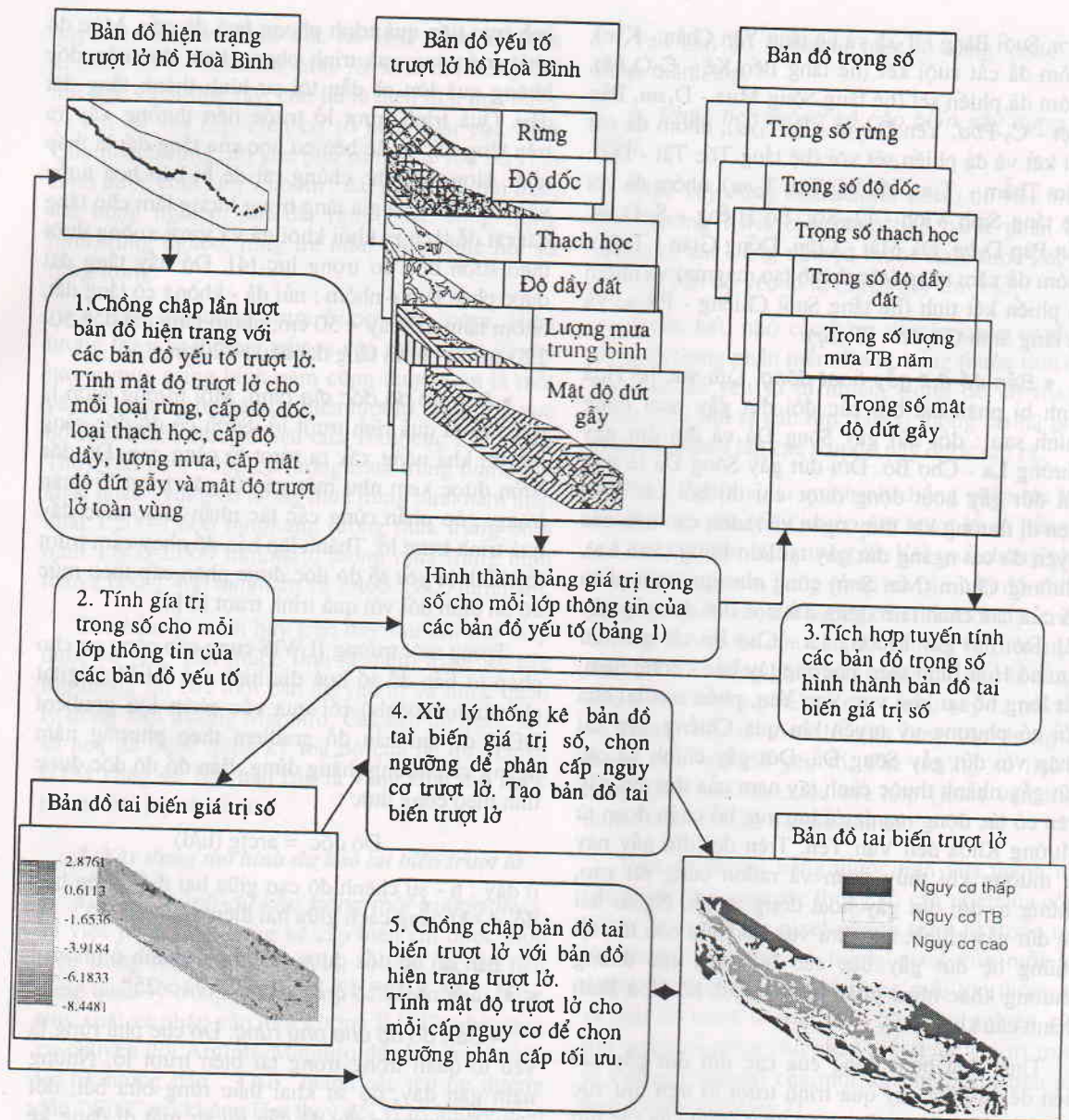
- Thứ hai, cần phân tích lựa chọn và thu thập đầy đủ các bản đồ yếu tố gây tai biến trượt lở. Phân loại mỗi bản đồ yếu tố theo các lớp thông tin phụ thuộc vào khả năng gây tai biến của chúng ;

- Thứ ba, các bản đồ đã thu thập cần truy nhập và quản lý trong một hệ thông tin địa lý nhất định.

Thực tế cho thấy, với mức độ phổ biến và dễ sử dụng của phần mềm Mapinfo, bản đồ hiện trạng và các bản đồ yếu tố sẽ được truy nhập và quản lý trong môi trường Mapinfo. Từ môi trường Mapinfo các thông tin bản đồ dễ dàng được truy xuất và nhập vào môi trường ILWIS để phân tích xử lý thông qua công cụ truy xuất ArcInfo/Mapinfo mà không làm thay đổi thuộc tính của các đối tượng bản đồ.

a. *Bản đồ hiện trạng* : trong phân tích thống kê cập biến thì bản đồ hiện trạng giữ một vai trò quan trọng, bởi lẽ nó sẽ được lần lượt chồng chập với các bản đồ yếu tố để sau khi xử lý các bảng ghép sẽ giúp tìm ra quy luật phân bố tiềm năng trượt lở thông qua việc tính toán mật độ trượt lở của mỗi nhóm thông tin của bản đồ yếu tố. Độ chính xác và mức độ chi tiết cao khi xây dựng bản đồ hiện trạng sẽ giúp xây dựng mô hình sát thực tế và có ý nghĩa dự báo càng lớn. Trong chiến lược dự báo thiên tai trượt lở trên lãnh thổ USA, cục địa chất Mỹ đã xác định phải thành lập 4 bản đồ : bản đồ thống kê trượt lở (landslide Inventory map) thực chất là bản đồ hiện trạng, bản đồ nhạy cảm trượt lở (landslide susceptibility map), bản đồ tai biến trượt lở (landslide hazard map) và bản đồ nguy hiểm trượt lở (landslide risk map) trong chiến lược của mình, trong đó bản đồ thống kê trượt lở (hiện trạng) được đánh giá là bản đồ đầu tiên phải thành lập [4]. Bản đồ hiện trạng trượt lở lưu vực hồ Hoà Bình được thu thập trong mười năm trở lại đây. Các khối trượt hiện đại được đo vẽ và nghiên cứu chi tiết, được đánh dấu trên bản đồ nhờ máy định vị GPS. Để xây dựng mô hình dự báo trượt lở lưu vực hồ Hoà Bình chúng tôi đã sử dụng bản đồ hiện trạng mà tập thể tác giả [2] thu thập vào các năm 1998-1999 có tham khảo các tài liệu của các nhà khoa học thuộc viện Địa chất [5] cũng như các công trình khoa học khác [3] đã công bố. Có thể nhận thấy rằng, từ sau khi tích nước, hiện tượng trượt lở trên lưu vực hồ Hoà Bình xảy ra mạnh hơn, quy mô rộng lớn hơn. Các điểm trượt lở thường tạo nên các cụm điểm tương đối gần nhau, chúng thường phát triển trên cơ sở các điểm trượt đã tồn tại trước đó nhưng mở rộng về quy mô và chiều sâu.

b. *Các bản đồ yếu tố* : các công trình nghiên cứu thiên tai trượt lở gần đây [2, 5] cũng như các công trình nghiên cứu vấn đề này trên thế giới [4] đều đi đến một nhận định thống nhất về các tác nhân gây tai biến trượt lở bao gồm: đặc điểm các thành tạo địa chất, độ dốc địa hình, đặc điểm đứt



Hình 1. Trình tự xây dựng mô hình dự báo tai biến trượt lở lưu vực hồ Hoà Bình bằng phương pháp phân tích thống kê cặp biến (theo [6])

gây hoạt động, động lực nước, chế độ thủy văn, độ che phủ rừng và hoạt động con người. Thống nhất với các quan điểm trên, để xây dựng mô hình dự báo tai biến trượt lở lưu vực hồ Hoà Bình theo phương pháp phân tích thống kê cặp biến trong môi trường GIS (ILWIS) đã lựa chọn 6 bản đồ yếu tố sau đây : bản đồ thành phần thạch học các thành tạo địa chất, bản đồ đút gỗ hoạt động, bản đồ độ dày đất, bản đồ độ dốc địa hình, bản đồ độ che phủ rừng và bản đồ lượng mưa trung bình năm.

• **Bản đồ thành phần thạch học các thành tạo địa chất.** Là yếu tố quan trọng quyết định khả năng xảy ra tai biến trượt lở trên khu vực. Trên lưu vực hồ Hoà Bình, theo kết quả đo vẽ địa chất, có mặt các thành tạo địa chất từ tiền Cambri đến Đệ Tứ. Để tiến hành phân tích thống kê trong môi trường ILWIS, các thành tạo địa chất trên được phân thành 8 nhóm thạch học : nhóm đá phun trào bazơ (hệ tầng Cầm Thủy - P_{2ct}), nhóm đá cát bột kết và đá phiến (hệ tầng Tạ Khoa - D_{1-2tk}, Bản Nguồn - D_{2bn}, Cò Nồi -

T_1cn , Suối Bàng - T_3sb và hệ tầng Yên Châu - Kyc), nhóm đá cát cuội kết (hệ tầng Bến Ké - $\epsilon-O_1bk$), nhóm đá phiến sét (hệ tầng Sông Mưa - D_1sm , Bản Diệt - C_3-Pbd , Yên Duyệt - P_2-T_1yd), nhóm đá cát bột kết và đá phiến sét vôi (hệ tầng Tộc Tát - D_3tt , Nậm Thảm - T_2nt , Mường Trai T_2mt), nhóm đá vôi (hệ tầng Sinh Vinh - O_2-Ssv , Bó Hiêng - S_2-D_1bh , Bản Páp D_2bp , Đá Mài - Cdm , Đông Giao - T_2dg), nhóm đá xâm nhập (các thành tạo magma) và nhóm đá phiến kết tinh (hệ tầng Suối Chiềng - PR_{1sc} và hệ tầng Sinh Quyền - PR_{1sq}).

- **Bản đồ đứt gãy hoạt động.** Lưu vực hồ Hoà Bình bị phân cắt bởi các đới đứt gãy hoạt động chính sau : đới đứt gãy Sông Đà và đới đứt gãy Mường La - Chợ Bờ. Đới đứt gãy Sông Đà là một đới đứt gãy hoạt động được chỉ thị bởi các biểu hiện dị thường khí thủy ngân và radon cao trên các tuyến đo cắt ngang đứt gãy tại Bản Búng (Sơn La), Mường Chùm (Mai Sơn) cũng như quy luật phân bố của các chấn tâm động đất dọc đới đứt gãy này [2]. Đới đứt gãy Mường La - Chợ Bờ cắt qua lưu vực hồ Hoà Bình theo phương tây bắc - đông nam, cắt lòng hồ tại khu vực Vạn Yên, phần còn lại của đới có phương vĩ tuyến khi qua Chiềng Yên thì nhập với đứt gãy Sông Đà. Đứt gãy chính và các đứt gãy nhánh thuộc cánh tây nam của đới đứt gãy trên có tác động mạnh tới lưu vực hồ chứa đoạn từ Mường Khoa đến Vạn Yên. Trên đới đứt gãy này dị thường khí thủy ngân và radon cũng rất cao, chứng tỏ đới đứt gãy hoạt động mạnh. Ngoài hai hệ đứt gãy chính, trên lưu vực hồ chứa còn tồn tại những hệ đứt gãy bậc cao hơn với các đường phương khác nhau phân cắt lưu vực hồ Hoà Bình thành các khối nhỏ.

Tính chất hoạt động của các đới đứt gãy tạo tiền đề và thúc đẩy quá trình trượt lở trên lưu vực hồ chứa Hoà Bình. Chính sự hoạt động của các đứt gãy đã làm cho đất đá bị đập vỡ thúc đẩy nhanh quá trình phong hoá và làm giảm sự bền vững về cơ lý của chúng. Sự tác động của đứt gãy tới quá trình trượt lở được đặc trưng bởi khái niệm "mật độ đứt gãy", là giá trị độ dài của tổng các đứt gãy trên một đơn vị diện tích. Việc tính toán mật độ đứt gãy được mô tả chi tiết trong [2]. Để tiến hành xử lý trong môi trường ILWIS, mật độ đứt gãy được chia thành 4 cấp : cấp thấp với mật độ trong khoảng 0-0,04 km/km^2 , cấp trung bình 0,04-0,1 km/km^2 , cấp cao 0,1- 0,2 km/km^2 , và rất cao $> 0,2 km/km^2$.

- **Bản đồ độ dày tầng đất.** Được xem như một tác nhân gây trượt lở bởi lẽ độ dày tầng đất là phần

ảnh trực tiếp quá trình phong hoá đá gốc. Mức độ phát triển cao quá trình phong hoá, độ sườn dốc không quá lớn sẽ dẫn tới sự hình thành tầng đất dày. Quá trình trượt lở trước tiên thường xảy ra trên tầng đất do độ bền cơ học của tầng đất là thấp nhất. Hơn thế nữa, chúng rất dễ bị bão hoà nước vào mùa mưa và gia tăng trọng lượng làm cho tầng đất rất dễ tách ra khỏi khối đá và trượt xuống dưới theo sườn dốc do trọng lực [4]. Độ dày tầng đất được phân làm 4 nhóm : núi đá - không có tầng đất, nhóm tầng đất dày < 50 cm, nhóm tầng đất dày 50-120 cm và nhóm tầng đất dày > 120 cm.

- **Bản đồ độ dốc địa hình.** Môi trường sườn là nơi xảy ra quá trình trượt lở. Sườn có độ dốc càng lớn thì khả năng xảy ra trượt lở càng cao. Độ dốc sườn được xem như một yếu tố gây trượt lở quan trọng, góp phần cùng các tác nhân khác thúc đẩy quá trình trượt lở. Thành lập bản đồ nhạy cảm trượt lở chính là yếu tố độ dốc được phân cấp theo mức độ ổn định đối với quá trình trượt lở [4].

Trong môi trường ILWIS cung cấp công cụ cho phép từ bản đồ số hoá địa hình tạo DEM (digital elevation models) rồi qua các phép lọc gradient DEM để tạo bản đồ gradient theo phương nằm ngang và phương thẳng đứng. Bản đồ độ dốc được tính theo công thức :

$$\text{Độ dốc} = \arctg(h/d)$$

ở đây : h - sự chênh độ cao giữa hai điểm trên bản đồ, d - khoảng cách giữa hai điểm trên bản đồ.

Bản đồ độ dốc được phân loại thành 6 nhóm : $< 3^\circ$, $3-8^\circ$, $8-12^\circ$, $12-15^\circ$, $15-25^\circ$ và $> 25^\circ$.

- **Bản đồ độ che phủ rừng.** Độ che phủ rừng là yếu tố quan trọng trong tai biến trượt lở. Những năm gần đây, do sự khai thác rừng bừa bãi, đốt rừng làm nương rẫy đã dẫn tới sự mất đi đáng kể diện tích đất rừng tự nhiên, đặc biệt là rừng đầu nguồn. Việc làm vô ý thức trên đây đã dẫn tới những tai biến trượt lở đất nghiêm trọng kéo theo các trận lũ quét và lũ bùn đá gây thiệt hại to lớn về người và của trên mọi miền đất nước, đặc biệt là các tỉnh miền núi phía Bắc và miền Trung. Tại Mỹ, theo thống kê của cục địa chất Mỹ [4] thì sau mỗi trận cháy rừng lớn vào mùa khô thì vào mùa mưa tiếp theo tất yếu sẽ là những trận trượt lở đất và lũ bùn đá lũ quét có sức tàn phá ghê gớm.

Trên lưu vực hồ Hoà Bình cũng không tránh khỏi sự tàn phá rừng do khai thác vô ý thức của lâm tặc và đốt rừng làm nương của đồng bào. Hiện

nay đất rừng trên lưu vực hồ Hoà Bình chỉ còn khoảng 20 % diện tích, hơn 70 % là đất trống đồi núi trọc và nương rẫy, còn lại là diện tích mặt nước và núi đá vôi [2]. Trên cơ sở phân loại của Viện Quy hoạch rừng, độ che phủ rừng lưu vực hồ Hoà Bình được chia làm 9 nhóm : đất trống đồi núi trọc, đất nông nghiệp, núi đá, rừng giàu, rừng trung bình, rừng nghèo, rừng tre nứa, rừng phục hồi và rừng trồng.

- **Bản đồ lượng mưa trung bình năm.** Hiện tượng trượt lở thường xảy ra vào mùa mưa, vì vậy lượng mưa trung bình năm cũng được xem là một yếu tố quan trọng gây tai biến trượt lở. Trên lưu vực hồ Hoà Bình, theo số liệu của Tổng cục Khí tượng Thủy văn có 4 vùng có lượng mưa trung bình năm khác nhau : vùng có lượng mưa trung bình năm thấp nhất 1.200-1.600 mm/năm, lượng mưa trung bình năm 1.600-2.000 mm/năm, lượng mưa trung bình năm 2.000-2.400 mm/năm và 2.400-2.800 mm/năm.

Các bản đồ trình bày trên đây sau khi thu thập được số hoá, gán thuộc tính là điểm trượt lở, các lớp thông tin của mỗi bản đồ yếu tố và được quản lý trong môi trường Mapinfo. Các bản đồ trước khi số hoá đã được đăng ký tọa độ của hệ quy chiếu UTM vùng 48 Bắc bán cầu là vùng lãnh thổ nước ta trên hệ quy chiếu này.

2. Xây dựng mô hình dự báo tai biến trượt lở

a. **Hình thành dữ liệu trong môi trường Ilwis.** Vì việc phân tích thống kê cập biến chỉ được thực hiện trong môi trường ILWIS, vì vậy các dữ liệu đang quản lý trong môi trường Mapinfo phải được truy xuất và nhập vào môi trường ILWIS nhờ công cụ chuyển đổi ArcInfo/Mapinfo để chuyển các tệp tin từ đường dẫn ".TAB" thành các tệp tin đường dẫn ".E00" mà không làm thay đổi vị trí không gian cũng như thuộc tính của các đối tượng bản đồ.

Trong môi trường ILWIS, nhập các tệp tin đường dẫn ".E00", tái tạo các bản đồ hiện trạng và các bản đồ yếu tố gây trượt lở dạng diện (polygon).

Đăng ký hệ tọa độ UTM vùng 48 Bắc bán cầu, elipipsoid WGS 84, datum WGS 84, $x_{\min} = 395.575,01$, $y_{\min} = 2.282.648,81$ và $x_{\max} = 540.136,75$, $y_{\max} = 2.385.034,28$ là vùng lưu vực hồ Hoà Bình cho tất cả các bản đồ.

Chọn lưới ô vuông 100×100 m

Hình thành bản đồ thuộc tính các yếu tố gây trượt lở là các lớp thông tin đặc trưng cho mỗi bản đồ.

Tạo bản đồ raster từ bản đồ dạng vecto vừa được thành lập.

b. Phân tích thống kê cập biến xây dựng mô hình

Việc xây dựng hoàn chỉnh cơ sở dữ liệu trong môi trường Ilwis cho phép tiến hành phân tích thống kê các bảng dữ liệu thuộc tính được kết nối với các bản đồ yếu tố tự nhiên gây trượt lở.

Trước hết, nhờ các hàm và các công cụ được trang bị trong phần mềm Ilwis, bảng thuộc tính của các bản đồ yếu tố tự nhiên, trong đó có trường thuộc tính mô tả các lớp (class) thông tin đã phân chia khi thành lập các bản đồ này được tạo ra.

Bước tiếp theo là quá trình chồng ghép lần lượt các bản đồ yếu tố tự nhiên gây trượt lở (6 bản đồ) với bản đồ hiện trạng trượt lở. Kết quả chồng ghép bản đồ trên tạo ra bảng ghép và các bản đồ chồng ghép trong đó các đối tượng bản đồ được đặc trưng bởi lớp thông tin của bản đồ yếu tố và hiện trạng trượt lở. Các bảng ghép trên cung cấp cho ta các số liệu về số lượng pixel (đơn vị ảnh) xảy ra trượt lở và không xảy ra trượt lở trên từng lớp thông tin thuộc mỗi bản đồ yếu tố. Các trường số liệu từ bảng ghép sau đó được kết hợp (join) vào bảng thuộc tính của các bản đồ yếu tố.

Trên cơ sở các bảng thuộc tính vừa thành lập, tiến hành tính toán các thông số cần thiết của công thức (1) : số lượng pixel xảy ra trượt lở trong mỗi lớp thông tin, tổng số lượng pixel của mỗi lớp thông tin, mật độ trượt lở trong mỗi lớp thông tin và mật độ trượt lở trên toàn bộ vùng nghiên cứu. Kết quả cuối cùng cho phép tính được giá trị trọng số (weight values) của mỗi lớp thông tin trên các bản đồ yếu tố (bảng 1).

Bước tiếp theo, các bản đồ yếu tố tự nhiên gây trượt lở được phân loại lại (reclassification) bằng thao tác "bản đồ thuộc tính (attribute map)" - chọn thuộc tính là giá trị trọng số vừa tìm được bằng phương pháp thống kê cập biến nêu trên. Kết quả các bản đồ thuộc tính các yếu tố tự nhiên được thể hiện là các bản đồ giá trị số (hình 2) mà không làm thay đổi vị trí không gian của mỗi đối tượng bản đồ ban đầu.

Bản đồ giá trị số của các bản đồ yếu tố tự nhiên sau đó được tích hợp tuyến tính với nhau theo phương pháp cộng. Kết quả cho ta bản đồ tai biến trượt lở giá trị số (hình 3).

Bảng 1. Giá trị trọng số (Weight values) các lớp thông tin của bản đồ yếu tố tự nhiên gây trượt lở

TT	Bản đồ yếu tố	Lớp thông tin	Giá trị trọng số
Bản đồ độ dốc địa hình			
1		< 3°	-1,0986
2		3-8°	-1,7918
3		8-12°	0,1542
4		12-15°	0,4055
5		15-25°	0,6061
6		> 25°	1,9459
Bản đồ thạch học			
1		Đá phun trào bazơ	0,8473
2		Cát bột kết, đá phiến	0,6931
3		Cát kết, cuội kết	-1,7918
4		Đá phiến sét	0,7732
5		Cát kết, phiến sét vôi	-0,1823
6		Đá vôi	-1,7918
7		Các đá xâm nhập	-0,6931
8		Các đá phiến kết tinh	-1,7918
Bản đồ rừng			
1		Đất trống	0,2877
2		Đất nông nghiệp	-0,1823
3		Núi đá	-1,7918
4		Rừng giâu	-0,1823
5		Rừng nghèo	-0,4055
6		Rừng phục hồi	-1,7918
7		Rừng tre	-0,6931
8		Rừng trồng	-0,6931
9		Rừng trung bình	-0,6931
Bản đồ mật độ đứt gãy			
1		0-0,04 km/km ²	-1,0986
2		0,04-0,1 km/km ²	0,1542
3		0,1-0,2 km/km ²	0,1542
4		> 0,2 km/km ²	-1,7918
Bản đồ độ dày đất			
1		Núi đá	-1,7918
2		< 50 cm	0,7732
3		50-120 cm	0,0000
4		>120 cm	-1,7918
Bản đồ lượng mưa trung bình năm			
1		1200-1600 mm/năm	0,0000
2		1600-2000 mm/năm	0,0000
3		2000-2400 mm/năm	-1,7918
4		2400-2800 mm/năm	-1,7918

Xử lý thống kê bản đồ tai biến trượt lở giá trị số cho phép lựa chọn các phương án phân cấp bản đồ tai biến giá trị số theo các ngưỡng khác nhau để

hình thành mô hình dự báo (bảng 2, hình 4). Các cấp dự báo lựa chọn là: nguy cơ cao, nguy cơ trung bình và nguy cơ thấp.

Tiếp tục chồng ghép bản đồ dự báo tai biến trượt lở thành lập theo các phương án phân cấp trên đây với bản đồ hiện trạng để tính mật độ trượt lở trong mỗi cấp dự báo cũng như quy mô (diện tích) có thể của mỗi cấp tai biến trượt lở. Kết quả tính toán trên kết hợp với các kết quả nghiên cứu đã công bố [2, 3, 5] cho phép lựa chọn phương án IV là phương án tối ưu của mô hình dự báo (hình 5) với các lý do sau :

- Vùng lưu vực hồ Hoà Bình nằm trong vùng Tây Bắc nước ta là vùng có nguy cơ tai biến trượt lở rất lớn, vì vậy phương án III (với quy mô dự báo cấp nguy cơ thấp chiếm 70,70 % diện tích, mật độ trượt lở cấp trung bình (0,0016) gần tương đương cấp nguy cơ cao (0,0022), bảng 2) là không thể chấp nhận được.

- Khi so sánh các mô hình của các phương án còn lại với bản đồ hiện trạng trượt lở năm 1998-1999 và kết quả nghiên cứu trước đó [3, 5] cũng như kết quả phân vùng trượt lở khu vực mép nước [2] cho thấy mô hình dự báo theo phương án IV là phù hợp nhất (hình 5). Bản đồ dự báo tai biến trượt lở theo phương án IV được lựa chọn là bản đồ kết quả cuối cùng.

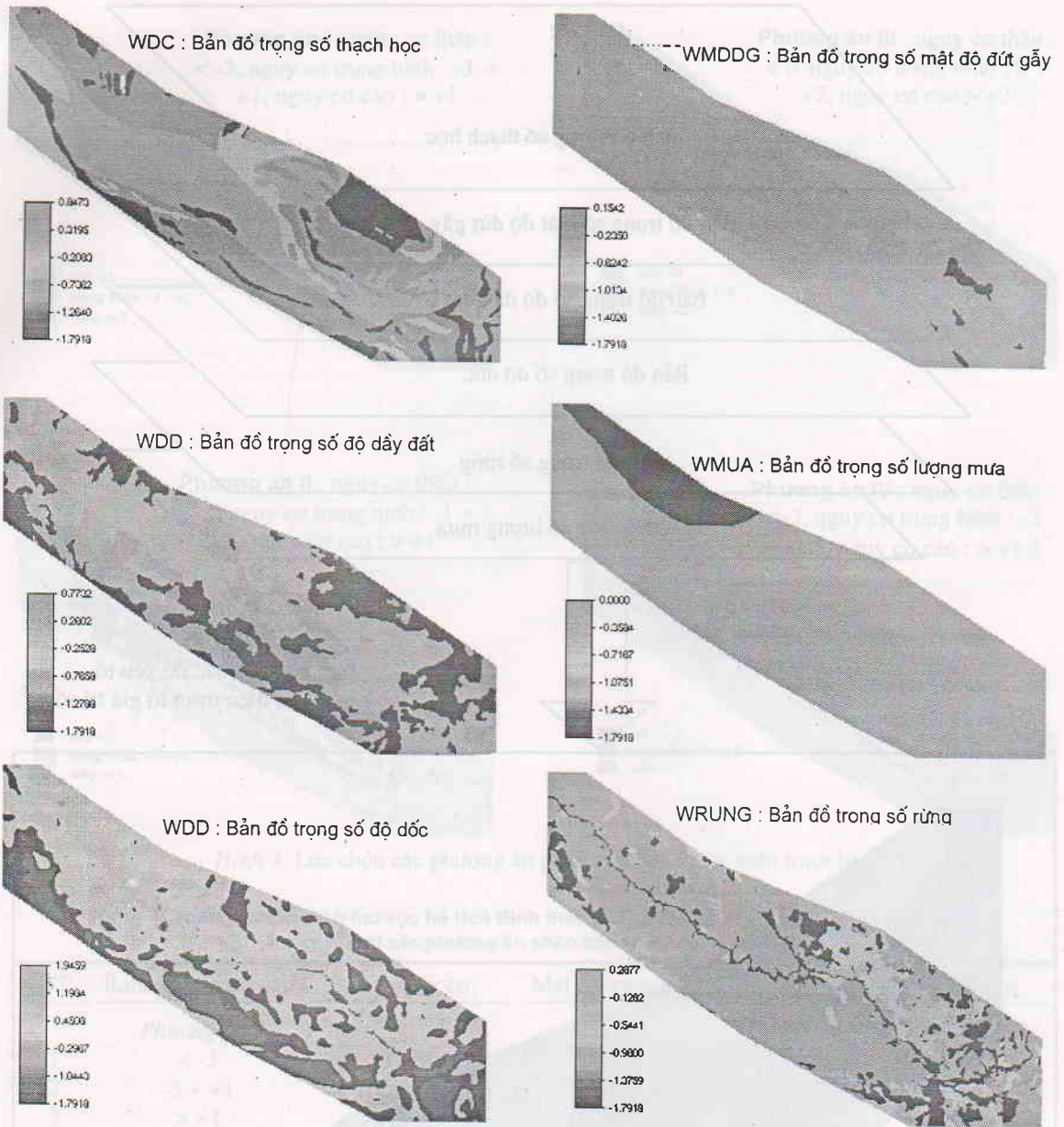
Bản đồ dự báo cùng bảng thuộc tính sau đó được truy xuất sang quản lý trong môi trường Mapinfo để tiện in ấn và cung cấp cho các nhà quản lý cùng các đối tượng quan tâm khác.

KẾT LUẬN

Cùng với sự phát triển không ngừng của công nghệ thông tin, các phần mềm GIS ngày càng được hoàn thiện, cung cấp các công cụ lý tưởng cho phép xử lý lượng thông tin địa lý - địa chất rất phong phú, đa dạng đã được thu thập, quản lý trong môi trường GIS để xây dựng các mô hình dự báo thiên tai địa chất và tai biến môi trường. Việc xây dựng mô hình dự báo tai biến trượt lở lưu vực hồ Hoà Bình theo phương pháp thống kê cấp biến trên đây là một ví dụ.

Phân tích bản đồ dự báo tai biến trượt lở lưu vực hồ Hoà Bình (bảng 2, hình 5) cho thấy :

- Nguy cơ xảy trượt lở cao có diện tích vào khoảng 105.690 ha (17,28 % diện tích lưu vực)

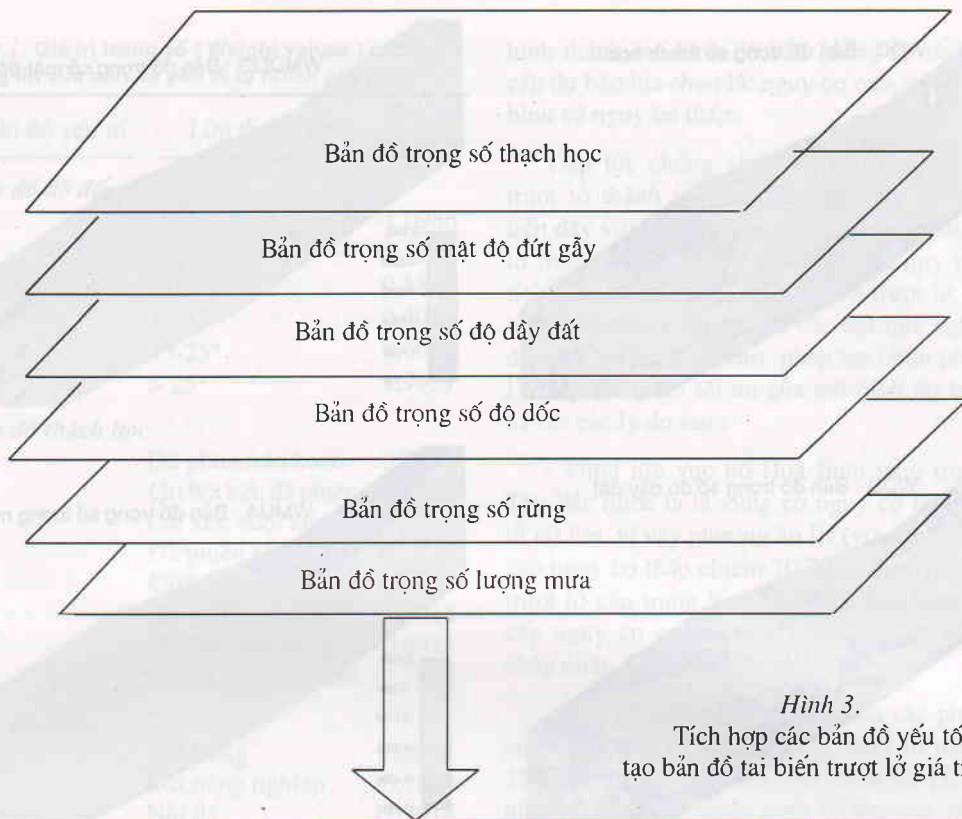


Hình 2. Bản đồ trọng số (Wight values) các yếu tố gây trượt lở lưu vực hồ Hoà Bình

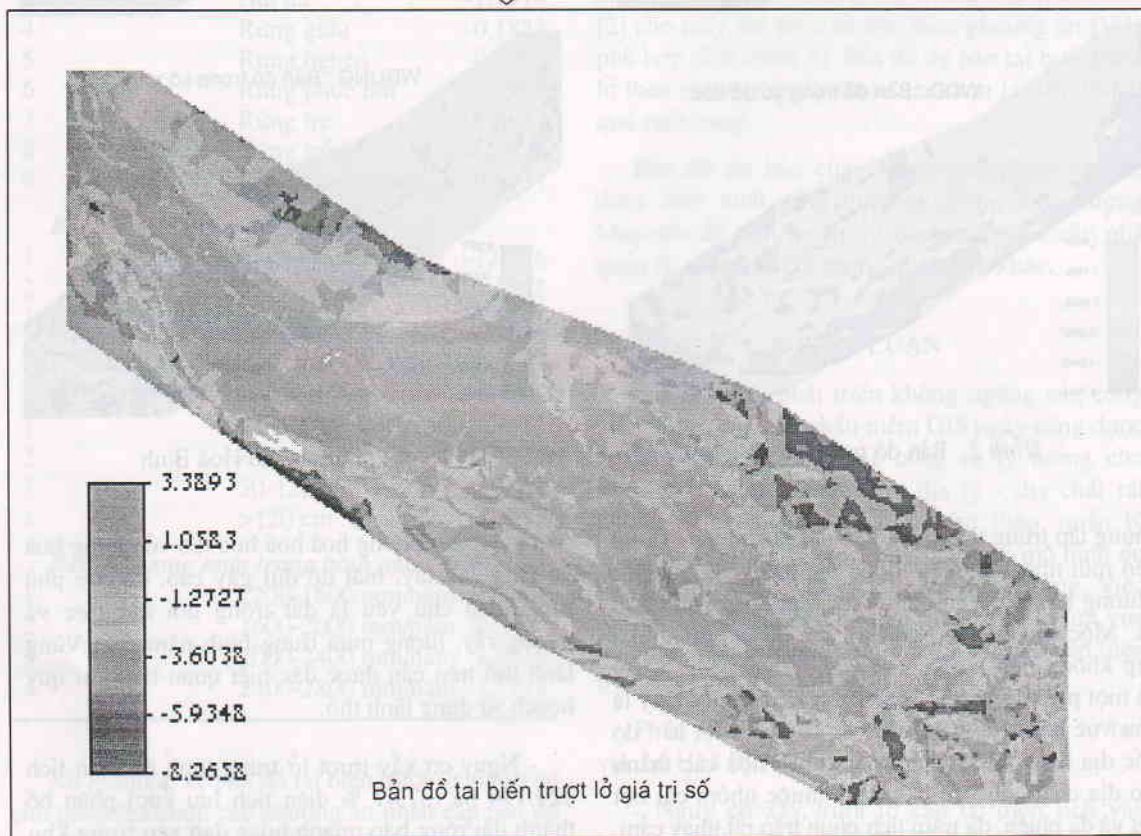
chúng tập trung thành dải kéo dài từ khu vực Tạ Bú đến mũi nhô Vạn Yên thuộc địa phận các huyện : Mường La, Bắc Yên, Phù Yên, Mai Sơn, Yên Châu và Mộc Châu (tỉnh Sơn La), sau đó tạo thành dải hẹp không liên tục kéo dài sang huyện Mai Châu và một phần huyện Đà Bắc (tỉnh Hoà Bình). Đây là khu vực hội tụ đầy đủ các yếu tố gây trượt lở : độ dốc địa hình lớn, thành phần thạch học các thành tạo địa chất chủ yếu là các đá thuộc nhóm cát bột kết và đá phiến, đá trầm tích phun trào rất nhạy cảm

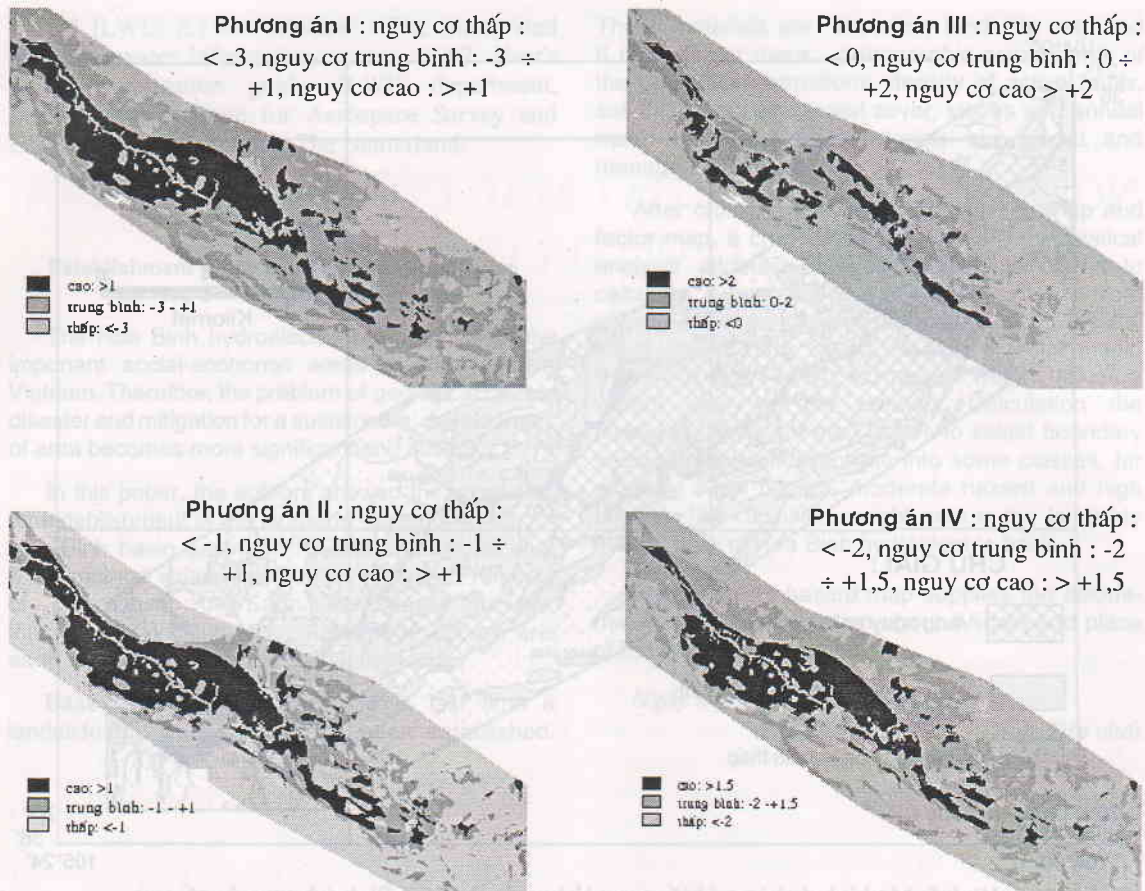
với qua trình phong hoá hoá học tạo vỏ phong hoá và tầng đất dày, mật độ đứt gãy cao, độ che phủ rừng thấp chủ yếu là đất trống đồi núi trọc và nương rẫy, lượng mưa trung bình năm cao. Vùng lãnh thổ trên cần được đặc biệt quan tâm khi quy hoạch sử dụng lãnh thổ.

- Nguy cơ xảy trượt lở trung bình có diện tích 229.194 ha (37,47 % diện tích lưu vực) phân bố thành dải rộng bao quanh hoặc đan xen trong khu



Hình 3.
Tích hợp các bản đồ yếu tố
tạo bản đồ tai biến trượt lở giá trị số

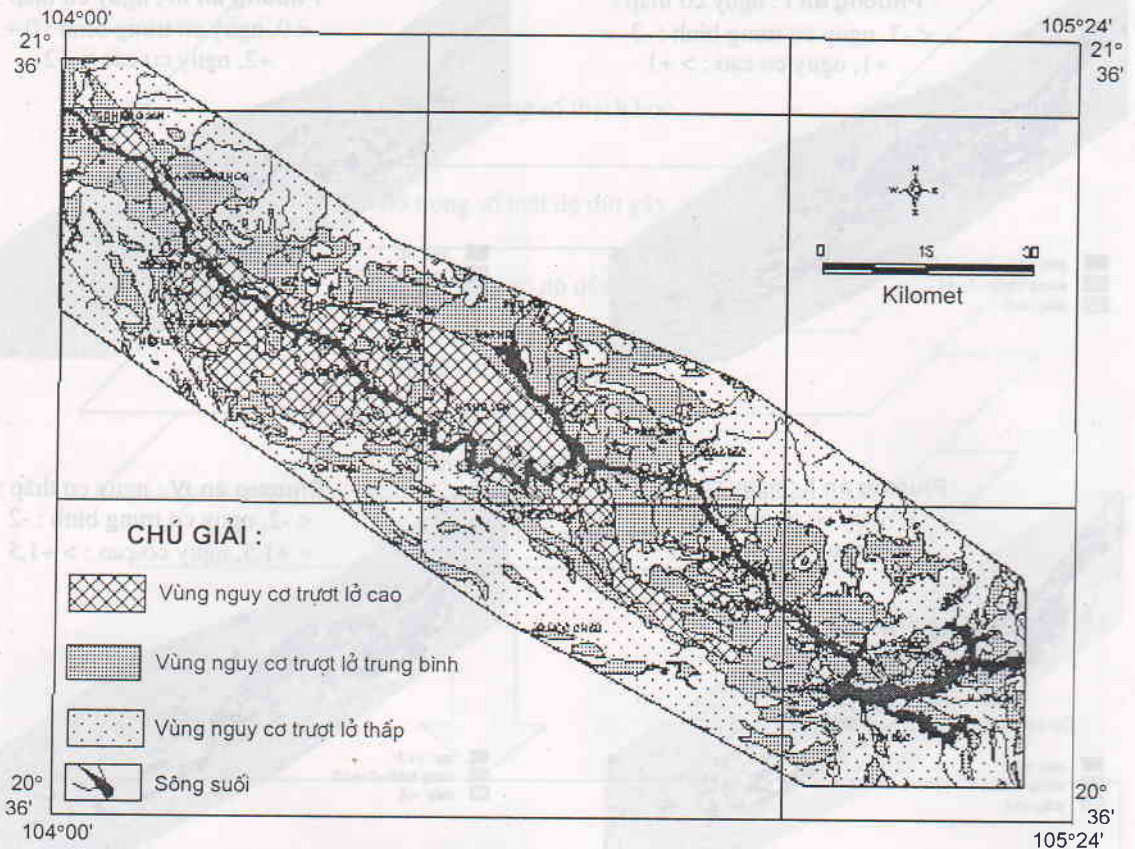




Hình 4. Lựa chọn các phương án phân cấp bản đồ tại biến trượt lở

Bảng 2. Thống kê diện tích lưu vực hồ Hoà Bình theo các cấp tại biến trượt lở và mật độ trượt lở (với các phương án phân cấp khác nhau)

TT	Ranh giới phân cấp	Cấp nguy cơ	Mật độ trượt lở	Diện tích (ha)	Phần trăm
Phương án I					
1	< -3	Thấp	0,0001	182.734	29,87
2	$-3 \div +1$	Trung bình	0,0003	301.974	49,37
3	$> +1$	Cao	0,0021	126.975	20,76
Phương án II					
1	< -1	Thấp	0,0001	355.616	58,14
2	$-1 \div +1$	Trung bình	0,0005	129.092	21,10
3	$> +1$	Cao	0,0022	126.975	20,76
Phương án III					
1	< 0	Thấp	0,0002	432.459	70,70
2	$0-2$	Trung bình	0,0016	134.623	22,01
3	> 2	Cao	0,0022	44.601	7,29
Phương án IV					
1	< -2	Thấp	0,0001	276.799	45,25
2	$-2 \div +1,5$	Trung bình	0,0005	229.194	37,47
3	$> +1,5$	Cao	0,0023	105.690	17,28



Hình 5. Mô hình dự báo tai biến trượt lở lưu vực hồ Hoà Bình (phương án tối ưu)

vực có nguy cơ trượt lở cao về phía đông bắc. Khu vực phổ biến nguy cơ trượt lở trung bình tập trung vào các huyện Bắc Yên, Phù yên và Mộc Châu (tỉnh Sơn La), huyện Mai Châu và một phần huyện Đà Bắc (tỉnh Hoà Bình).

- Nguy cơ xảy trượt lở thấp có diện tích 276.799 ha (45,25 % diện tích lưu vực) tập trung chủ yếu ở phần đuôi hồ hoặc cách xa khu vực lòng hồ về phía đông bắc hoặc tây nam.

Mô hình dự báo tai biến trượt lở lưu vực hồ Hoà Bình mặc dù đã được xây dựng trên cơ sở bản đồ hiện trạng song để đảm bảo tính đúng đắn và tính hữu ích trong quy hoạch lãnh thổ và phòng chống thiên tai cần được kiểm chứng bằng thực tế.

Công trình được hoàn thành với sự hỗ trợ của Chương trình Nghiên cứu Cơ bản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] TRẦN VĂN DƯƠNG, TRẦN TRỌNG HUỆ, 2001 : Phân vùng tai biến địa chất khu vực Bắc

Trung Bộ. Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, T.23, 4, 416-422. Hà Nội.

[2] TRẦN TRỌNG HUỆ, NGUYỄN XUÂN HUYỀN, TRẦN VĂN DƯƠNG và nnk, 2000 : Nghiên cứu đánh giá hiện tượng trượt lở khu vực mép nước hồ Hoà Bình, kiến nghị một số giải pháp phòng tránh. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Trung tâm. Lưu trữ Viện Địa chất. Hà Nội. 85 tr.

[3] BÙI KHÔI HÙNG, 1992 : Nghiên cứu tình hình trượt lở tại các điểm dân cư vùng hồ thủy điện Hoà Bình. Lưu trữ công ty KSTK Điện I, Hà Nội.

[4] E.C. SPIKER and P.L. GORI, 2000 : National Landslide Hazards Mitigation Strategy. Open-file report 00-450. Department of the Interior US Geological Survey.

[5] NGUYỄN TRỌNG YÊM và nnk, 1997 : Sự cố môi trường miền núi Việt Nam và các biện pháp phòng tránh (Phần Tây Bắc). Lưu trữ Viện Địa chất.

[6] ILWIS 2.1 for window - The intergrated land and water information system. 1997. User's guide, Application guide. ILWIS department, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Enschede, The Netherland.

SUMMARY

Establishment of the landslide hazardous map for Hoa Binh hydroelectric basin

The Hoa Binh hydroelectric basin is one of the important social-economic areas in Northwestern Vietnam. Therefore, the problem of geological hazard disaster and mitigation for a sustaineble development of area becomes more significant and actual.

In this paper, the authors showed the procedure for establishment of the landslide hazardous map for Hoa Binh basin based on "bivariate statistical analysis" method written by C.J van Westen, Professor of Department of Earth Resources Surveys, International Institute for Aerospace survey and earth sciences, Enschede, the Netherlands.

Based on materials gathered in last time a landslide hazardous map had been established.

These materials are : Inventory landslide map and 6 other factor maps : petrographic components of the geological formations, density of active faults, soil thickness, land forest cover, slopes and annual mean rainfall. These materials are stored and managed in definite GIS.

After crossing the inventory landslide map and factor map, a cross-table was formed. A statistical analysis attribute fields of cross-table allows to calculate a landslide density and form a weight values for every classes of factor map. In results, the 6 weight maps were form from 6 factor maps. By combining (adding) 6 maps of weight values a weight map will be created. Calculation the histogram of weight map allows to select boundary values for classification one into some classes, for example : low hazard, moderate hazard and high hazard. The classified weight map is the landslide hazard map of Hoa Binh hydroelectric basin.

The landslide hazard map supplies the decider-maker with an information about a scale and place of the landslide potential.

Ngày nhận bài : 12-8-2002

Viện Địa chất