

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH PHÂN TÍCH ĐỘ ỔN ĐỊNH SƯỜN ĐỐC TRONG PHÂN VÙNG TAI BIẾN TRƯỢT LỞ ĐẤT VÙNG THÀNH PHỐ YÊN BÁI

NGUYỄN THÀNH LONG, LƯU THANH BÌNH,
NGUYỄN THỊ HẢI VÂN, LÊ QUỐC HÙNG

Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Km 9, Thanh Xuân, Hà Nội

Tóm tắt: Bài báo này nhằm giới thiệu kết quả ứng dụng mô hình phân tích độ ổn định của sườn dốc trong công tác thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ tai biến trượt lở đất (TBTLD) ở vùng Tp Yên Bái. Kết quả phân tích chỉ ra rằng các nhóm có nguy cơ TBTLD cao, trung bình, thấp và rất thấp tương ứng là 11,41 km² (20,94%), 9,07 km² (16,63%), 4,05 km² (7,43%) và 29,98 km² (55%). Khi so sánh và đánh giá bản đồ phân vùng nguy cơ TBTLD với hiện trạng các điểm trượt lở đất (TLD) đã phát hiện ta thấy có ít nhất >76,96% diện tích TLD và 77,42% số lượng các điểm TLD trong vùng nghiên cứu đã được dự báo chính xác. Kiểm tra ngoài thực địa tại những điểm TLD được coi là dự báo sai, nhận thấy 5 điểm TLD này là những điểm trượt lở cổ, khả năng tái kích hoạt của chúng rất nhỏ. Kết quả phân vùng nguy cơ TBTLD với độ chính xác >77% có thể coi là có độ tin cậy cao. Do vậy, việc ứng dụng mô hình phân tích độ ổn định sườn dốc trong công tác phân vùng nguy cơ TBTLD nhằm ngăn ngừa, cảnh báo và giảm nhẹ thiệt hại do TBTLD có thể gây ra là thực sự hữu ích đối với các cấp lãnh đạo và người dân đang sinh sống tại Tp Yên Bái.

I. GIỚI THIỆU

Trượt lở đất (TLD) là một trong những dạng tai biến địa chất (TBĐC) thường xuyên xảy ra trong vùng Tp Yên Bái, đặc biệt nghiêm trọng vào mùa mưa bão, gây ảnh hưởng lớn tới đời sống của người dân địa phương. Chính vì vậy, công tác thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ tai biến trượt lở đất (TBTLD) nhằm cảnh báo sớm những vùng nguy hiểm đối với TBTLD ở các mức độ nghiêm trọng khác nhau là hết sức cần thiết. Đó là một trong những nhiệm vụ chính được đặt ra trong Đề tài khoa học - công nghệ số 1104/QĐ-BTNMT của Bộ Tài nguyên và Môi trường. Đề tài đã được giao cho Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản thực hiện trong hai năm 2008-2009 với tiêu đề "Xây dựng phương pháp đánh giá độ rủi ro do tai biến địa chất ở những khu vực đô thị miền núi phía Bắc Việt Nam bằng việc kết hợp mô hình RS & GIS. Thử nghiệm ở thành phố Yên Bái". Bài báo này sẽ giới thiệu khái quát phương pháp nghiên cứu chính và những kết quả đã đạt được của đề tài trong công tác phân vùng nguy cơ TBTLD, đồng thời đưa ra những nhận xét về độ chính xác của mô hình và khả năng áp dụng không chỉ riêng cho vùng nghiên cứu Tp Yên Bái, mà còn có thể áp dụng cho những đô thị miền núi phía Bắc Việt Nam khác có những đặc điểm tự nhiên và xã hội tương tự.

II. KHÁI QUÁT VỀ VÙNG NGHIÊN CỨU VÀ HIỆN TRẠNG TBTLD TẠI TP YÊN BÁI

Vùng nghiên cứu có tổng diện tích khoảng 58 km², giới hạn trong phạm vi hành chính của Tp Yên Bái trước tháng 8/2008, bao gồm 7 phường nội thành (Yên Thịnh, Đồng Tâm, Minh Tân, Nguyễn Phúc, Nguyễn Thái Học, Hồng Hà, Yên Ninh) và 4 xã ngoại thành (Minh Bảo, Tân Thịnh, Nam Cường và Tuy Lộc). Sơ đồ vùng nghiên cứu được thể hiện trong Hình 1.

Bản đồ hiện trạng TBTLD thể hiện trong Hình 2 được xây dựng trên cơ sở kết hợp phương pháp phân tích ảnh vệ tinh độ phân giải cao (ảnh QuickBird) với phương pháp kiểm chứng qua khảo sát thực địa. Nhìn chung, trượt lở xảy ra trong vùng nghiên cứu đều có liên quan tới các hoạt động của con người, như khai thác khoáng sản, chặt phá rừng, hoặc cắt xẻ sườn đồi để xây dựng đường sá, nhà cửa và các công trình dân sinh khác. Các khối trượt thường có quy mô nhỏ, kích thước khối trượt thường từ 50 đến 60 m². Kiểu trượt thường dạng trượt chảy và đổ lở đơn thuần. Nhiều vùng mặc dù đã được gia cố sườn taluy, nhưng TBĐC vẫn thường xuyên xảy ra. Hình 3 và 4 minh họa một số điểm trượt lở trong vùng Tp Yên Bái được phát hiện ngoài thực địa và trên ảnh vệ tinh QuickBird.



Hình 1. Sơ đồ vùng nghiên cứu Tp Yên Bái.



Hình 2. Sơ đồ hiện trạng TLD ở vùng Tp Yên Bái.



Hình 3. Ảnh TLD xảy ra tại thôn Bắc Cường, xã Nam Cường, Tp Yên Bái



Hình 4. Điểm TLD xảy ra tại phường Minh Tân, Tp Yên Bái xác định trên ảnh QuickBird

III. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Cơ sở lý thuyết của mô hình phân tích độ ổn định sườn dốc

Vùng nghiên cứu thường chịu ảnh hưởng của những đợt mưa lớn kéo dài, dẫn tới đất đá bão hòa nước, bên cạnh đó đất đá trong vùng thường bị phong hóa mạnh và có chiều dày vỏ phong hóa

lớn. Do vậy, trong nghiên cứu này, các tác giả đã sử dụng phương pháp phân vùng nguy cơ TBTLĐ dựa trên mức độ nguy cơ trượt thể hiện bằng hệ số an toàn, hay còn gọi là hệ số ổn định sườn dốc. Đây là tỷ số giữa các lực giữ và lực kéo khối đất trượt xuống. Cụ thể hơn, phương pháp phân tích độ ổn định của sườn dốc được sử dụng trong nghiên cứu này dựa trên cơ sở khái niệm "mô hình sườn dốc vô tận". Mô hình được mô tả như sau:

$$F_s = \frac{C_s + C_r}{D \gamma_e \sin \theta \cos \theta} + \left[1 - m \frac{\gamma_w}{\gamma_e} \right] \frac{\tan \varphi}{\tan \theta} \quad (1)$$

trong đó: F_s là hệ số an toàn hay chỉ số thể hiện mức độ ổn định của sườn dốc;

- C_s và C_r là hệ số kết dính của đất và hệ số kết dính của rễ cây (kNm^{-2}). Các giá trị này thay đổi tùy thuộc vào loại đất và loại thảm thực vật tương ứng;

- γ_w khối lượng riêng của nước; $\gamma_w = 9,81 \text{ kNm}^{-3}$.

- D là độ dày của lớp đất đá (m);

- φ góc ma sát trong của đất đá (độ);

- θ là độ dốc của sườn (độ);

- γ_e là khối lượng hữu hiệu của đất đá và tải trọng (kNm^{-3}), được tính như sau:

$$\gamma_e = \frac{q \cos \theta}{D} + m \gamma_{sat} + (1 - m) \gamma_d \quad (2)$$

trong đó: γ_d khối lượng khô của đất (kNm^{-3});

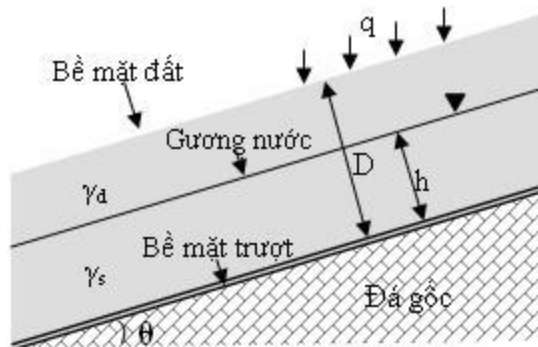
- γ_s khối lượng của đất khi bão hòa nước (kNm^{-3});

- q là tải trọng (kNm^{-2}) phía trên bề mặt đất;

- m là chỉ số bão hòa của đất;

- h là chiều dày của phần đất bị bão hòa;

Hình 12 mô phỏng một sườn dốc và các thông số được đề cập trong các phương trình (1) và (2).

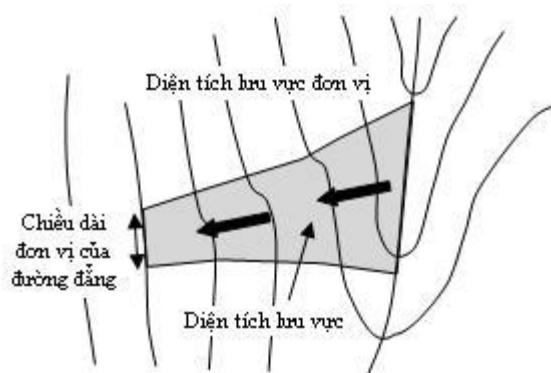


Hình 5. Mô phỏng sườn dốc và các biến cố liên quan.

Trong phương trình 1, hầu hết các thông số tham gia vào tính toán hệ số an toàn như là C_s , C_r , D , φ , θ , γ_w , γ_e đều là các biến số mang tính chất không gian. Trong khi đó chỉ số bão hòa “ m ” thì phức tạp hơn. Chỉ số bão hòa được suy diễn từ các thông tin về địa hình trong mô hình TOPMODEL đưa ra đầu tiên bởi Beven và Kriby (1979) như sau:

$$m = \ln \left[\frac{a}{\tan \theta} \right] \quad (3)$$

trong đó: a là diện tích lưu vực đơn vị hoặc diện tích tích tụ của nước trên chiều dài đơn vị của đường đẳng trị độ cao. Hình 6 mô tả định nghĩa về diện tích lưu vực đơn vị được đưa ra bởi Pack *et al.* (2005).



Hình 6. Định nghĩa về diện tích lưu vực đơn vị

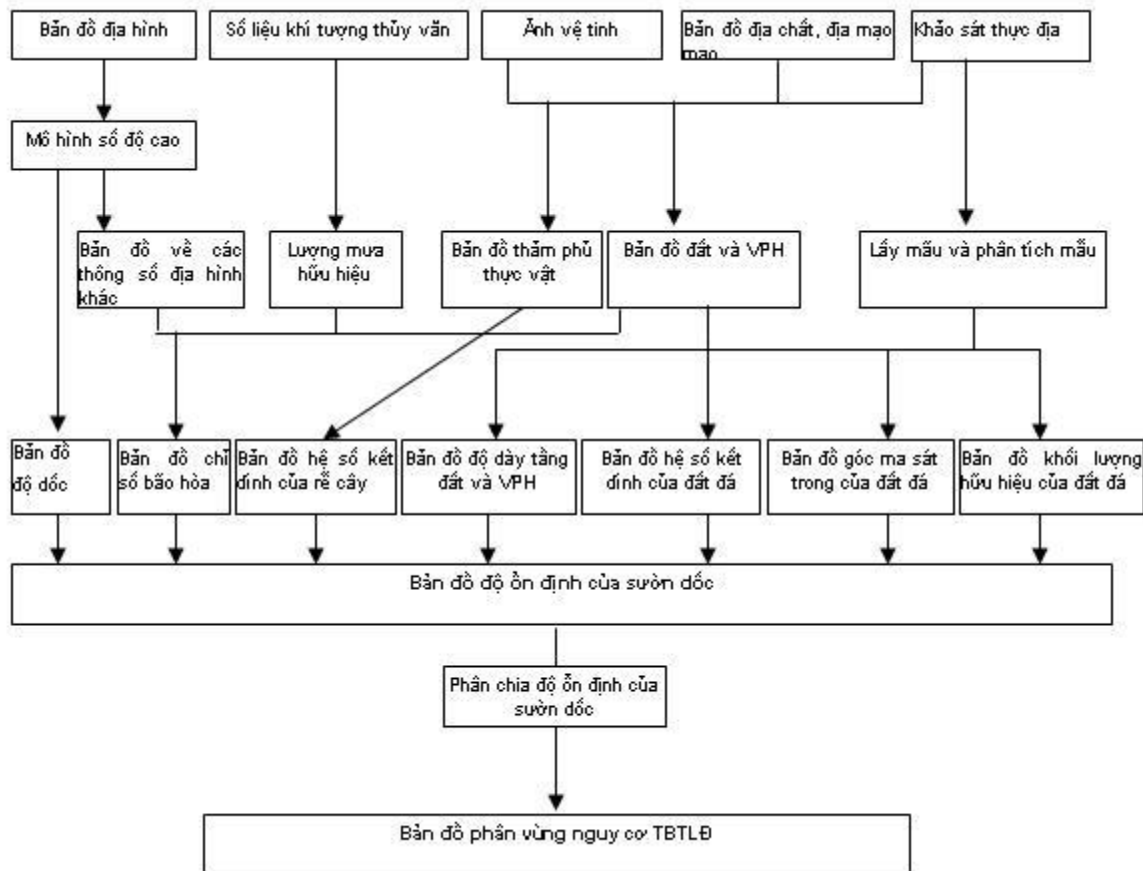
Sự không thuận lợi trong phương trình 3 là nó chỉ tập trung vào các đặc trưng địa hình của khu vực nghiên cứu, nhưng nó lại không xem xét đến ảnh hưởng của các điều kiện thủy văn, đặc tính của đất đá mà là những yếu tố ảnh hưởng chủ yếu tới chỉ số bão hòa của đất đá. Nhiều nhà nghiên cứu khác như Montgomery và Dietrich (1994), Pack và Tarboton (1998) đã sử dụng hàm sin để thay thế cho hàm tang của độ dốc, nhưng thực tế nó cũng không xem xét đến các điều kiện thủy văn, đặc tính của đất đá. Do vậy, phương trình này không được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên, trong mô hình chỉ số bão hòa của đất đá đã được áp dụng bởi Montgomery và Dietrich (1994), Borga *et al.* (1998), Pack và Tarboton (1998), một tiến trình thực tiễn hơn đã được sử dụng để dự báo gương nước ngầm dưới dạng một hàm của dòng chảy nước ngầm và cường độ lượng mưa. Mô hình này dựa trên giả thiết là dòng chảy trong đất được đưa ra bởi định luật Darcy là song song với bề mặt đất và bằng tốc độ thấm của lượng mưa trên khu vực thượng nguồn, do vậy:

$$Khbsin\theta = RA \quad (4)$$

trong đó: K là hệ số dẫn nước của đất đá (m^2/d), b là mặt cắt của đoạn dòng chảy nước ngầm quan tâm (m), $sin\theta$ là gradient thủy lực, R là tốc độ thấm hoặc cường độ lượng mưa hữu hiệu (m/d) và A là diện tích lưu vực thượng nguồn (m^2). Trên cơ sở đó, hệ số bão hòa của đất có thể tính như sau:

$$m = \frac{h}{D} = \frac{R a}{K D sin\theta} \quad (5)$$

Do vậy, chỉ số bão hòa có thể tính toán dựa trên cơ sở đặc tính của địa hình, đặc điểm của đất đá và cường độ lượng mưa.



Hình 7. Quy trình chuẩn bị tài liệu để thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ TBTLĐ

2. Cơ sở dữ liệu phục vụ tính toán hệ số ổn định sườn dốc

Số liệu đầu vào chính phục vụ tính toán hệ số ổn định sườn dốc ban đầu của đề tài bao gồm: bản đồ địa hình, địa chất, địa mạo, đất, ảnh vệ tinh SPOT 5 và QuickBird, số liệu lượng mưa ngày cực đại trong 45 năm (1962-2006). Các phần mềm viễn thám và GIS sử dụng tính toán bao gồm MapInfo, Ilwis, ArcView, ArcGIS, ENVI, SMADA.

Để thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ TBTLĐ áp dụng cho Tp Yên Bái trên cơ sở phân tích độ ổn định của sườn dốc, công tác chuẩn bị số liệu được thực hiện theo quy trình thể hiện như trong Hình 7.

Bản đồ địa hình đã được số hóa, sau đó được gán giá trị thuộc tính cho các đường đẳng trị độ cao. Sau đó các đường đẳng trị độ cao được nội suy trong phần mềm ILWIS 3.4 để xây dựng một mô hình số độ cao (DEM) (Hình 8), trên cơ sở đó tính toán được bản đồ độ dốc cho vùng nghiên cứu Tp Yên Bái.

Bản đồ thảm phủ được xây dựng dựa trên việc luận giải ảnh vệ tinh SPOT 5 chụp ngày 14/12/2004, kết hợp với kiểm chứng kết quả bằng khảo sát thực địa. Dựa theo phương pháp phân loại có kiểm định, sử dụng thuật toán Maximum Likelihood trên phần mềm ENVI 4.3, với hệ số Kapa > 0,85, vùng nghiên cứu được phân chia thành 8 loại thảm phủ được mô tả như trong Hình 9.

Bản đồ diện tích lưu vực đơn vị (Hình 10) được xây dựng từ số liệu DEM kết hợp với hệ thống sông suối đã được hiệu chỉnh bằng ảnh QuickBird (độ phân giải 0,6 m) thông qua modul SINMAP trong phần mềm Arcview 3.0.

Số liệu lượng mưa hữu hiệu được tính toán trên số liệu lượng mưa ngày cực đại dự báo với chu kỳ lặp lại 20 năm bằng phần mềm SMADA 6.0. Tại Tp Yên Bái chỉ có duy nhất một trạm khí tượng - thủy văn, và tập số liệu do đề tài thu thập giới hạn trong phạm vi 45 năm từ 1962 đến 2006. Do vậy cả vùng nghiên cứu chỉ sử dụng cùng một giá trị lượng mưa hữu hiệu. Lượng mưa ngày cực đại 133,50 mm/ngày ứng với khoảng thời chu kỳ lặp lại 20 năm tính toán theo phương pháp “3 Log Normal” đã được lựa chọn làm lượng mưa hữu hiệu cho vùng nghiên cứu.

Bản đồ về độ dày trung bình của đất đá và vỏ phong hóa (VPH) (Hình 11) được xây dựng trên cơ sở kết hợp các bản đồ VPH (do đề tài xây dựng) và bản đồ thành phần cơ giới đất (do Viện Quy hoạch Nông nghiệp thực hiện). Các giá trị cơ lý đất đá cho các loại VPH chính được tính toán dựa trên kết quả phân tích từ 27 mẫu cơ lý đất thu thập ngoài thực địa. Từ đó xây dựng được các *bản đồ về khối lượng đất khi khô, khối lượng đất khi bão hòa, góc ma sát trong, lực dính kết của đất, hệ số thấm của đất ...* trong phần mềm ILWIS.

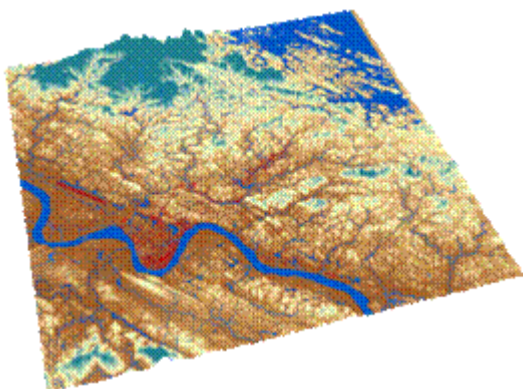
Bản đồ hệ số dẫn nước của đất đá (Hình 12) được xây dựng trên cơ sở nhân 2 bản đồ chiều dày trung bình của đất và VPH với bản đồ hệ số thấm.

Chỉ số bão hòa của đất đá thể hiện độ ẩm tương đối của đất hay còn gọi là vị trí liên quan của gương nước ngầm h/D trong tầng đất, trong đó h là chiều dày của phần đất bị bão hòa. Chỉ số ẩm phụ thuộc vào các điều kiện thủy văn, đất đá và các đặc tính của địa hình, và tính toán được theo phương trình 3 (với giá trị m biến đổi từ 0 đến 1).

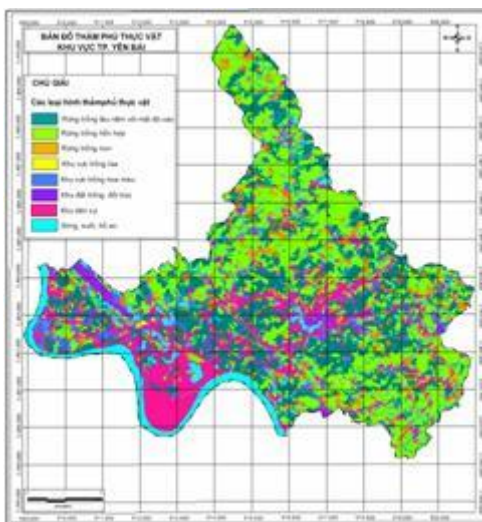
Bản đồ chỉ số bão hòa (Hình 13) được thành lập trên cơ sở các bản đồ độ dốc, bản đồ diện tích lưu vực đơn vị, tính dẫn nước của đất, bản đồ chiều dày đất và VPH và giá trị lượng mưa hữu hiệu cho vùng nghiên cứu thông qua công cụ “Map calculation” trong phần mềm ILWIS.

$$m = \frac{h}{D} = \frac{R \cdot a}{K \cdot D \cdot \sin \theta} \quad (3)$$

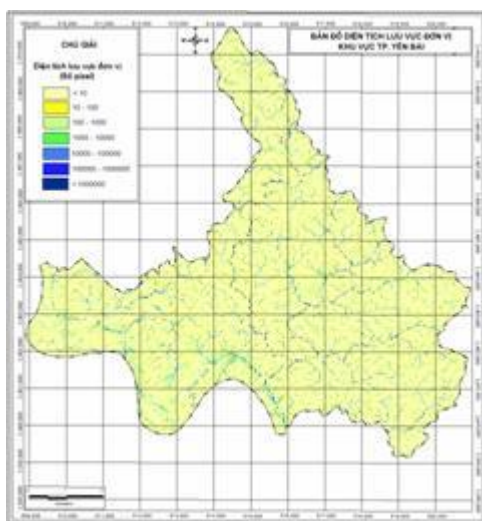
Các *bản đồ về độ kết dính do rễ cây và tải trọng bề mặt* được tính toán dựa trên bản đồ về các loại hình sử dụng đất và các giá trị thuộc tính như mô tả trong Bảng 1, được thành lập dựa vào công cụ “Map attribute” trong phần mềm ILWIS 3,4.



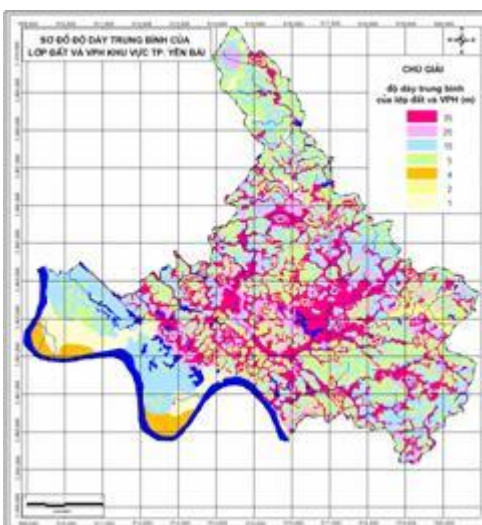
Hình 8. Mô hình số độ cao của vùng nghiên cứu.



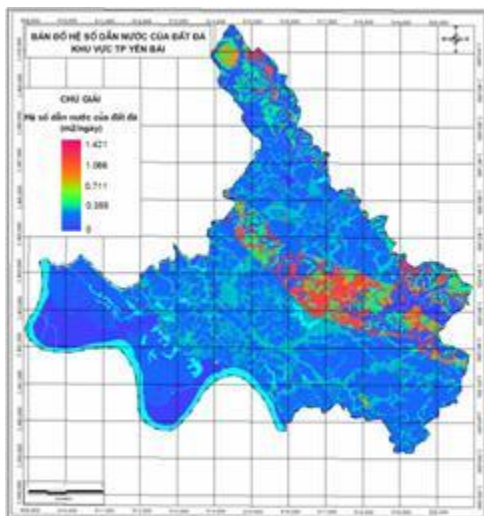
Hình 9. Bản đồ thảm phủ thực vật của vùng Tp Yên Bái.



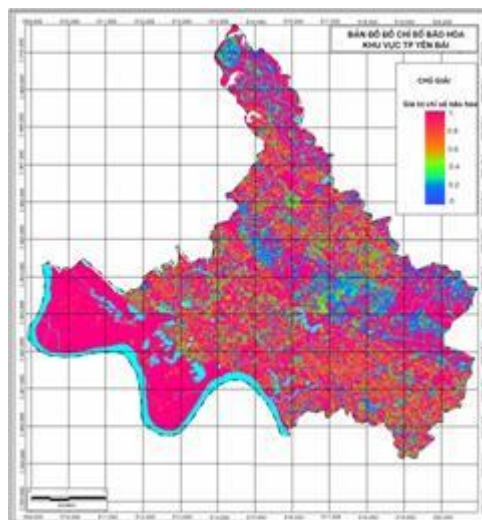
Hình 10. Bản đồ diện tích lưu vực đơn vị của vùng Tp Yên Bái.



Hình 11. Bản đồ độ dày trung bình của đất và VPH vùng Tp Yên Bái.



Hình 12. Bản đồ hệ số dẫn nước của đất đá vùng Tp Yên Bái



Hình 13. Bản đồ chỉ số bảo hòa của vùng Tp Yên Bái

Bảng 1. Giá trị hệ số kết dính của rễ cây và tải trọng bề mặt

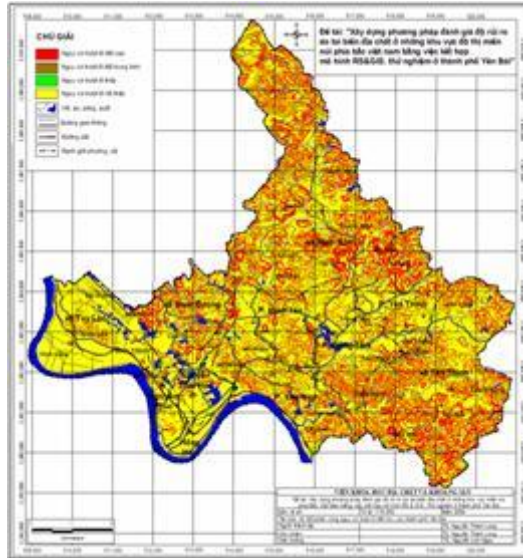
Loại hình sử dụng đất	Hệ số kết dính của rễ cây (kN/m^2)	Tải trọng phía trên bề mặt đất (kN/m^2)
Rừng trồng lâu năm với mật độ cao	8	0,8
Rừng trồng hỗn hợp	7	0,4
Rừng trồng non	4	0,1
Vùng trồng lúa	1	0
Vùng trồng hoa màu	2	0
Khu đất trống, đồi trọc	0	0
Khu dân cư	0	4,7
Sông, suối, hồ, ao	0	0

IV. KẾT QUẢ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ PHÂN VÙNG NGUY CƠ TBTLĐ

Bản đồ phân vùng nguy cơ TBTLĐ vùng TP. Yên Bái (Hình 14) được thành lập trên cơ sở phân chia chỉ số mức ổn định sườn dốc hay hệ số ổn định sườn dốc của khu vực (Bảng 2).

Bảng 2. Bảng phân loại nguy cơ tai biến trượt lở đất

Hệ số ổn định sườn dốc	Phân vùng nguy cơ TBTLĐ
$F_s \geq 1,5$	Rất thấp
$1,5 > F_s \geq 1,25$	Thấp
$1,25 > F_s \geq 1$	Trung bình
$F_s < 1$	Cao



Hình 14. Bản đồ phân vùng nguy cơ TBTLD vùng Tp Yên Bái.

Tỷ lệ phần trăm và diện tích tương ứng của các vùng có nguy cơ TBTLD cao, trung bình, thấp và rất thấp được thể hiện trong Bảng 3 và trên biểu đồ trong Hình 15.

Bảng 3. Diện tích và tỷ lệ % diện tích của các nhóm nguy cơ TBTLD trong vùng Tp Yên Bái

Phân vùng nguy cơ TBTLD	Diện tích	
	(km ²)	(%)
Cao	11,41	20,94
Trung bình	9,07	16,63
Thấp	4,05	7,43
Rất thấp	29,98	55,00



Hình 15. Diện tích và tỷ lệ phần trăm diện tích các vùng có nguy cơ TBTLD ở Tp Yên Bái.

V. ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA BẢN ĐỒ PHÂN VÙNG NGUY HIỂM TBTLD

Việc đánh giá mức độ chính xác của bản đồ kết quả phân vùng dự báo nguy cơ TBTLD là một vấn đề khó khăn luôn đặt ra cho các nhà khoa học: “Tiêu chuẩn nào để đánh giá kết quả khoanh vùng trượt lở?”. Trong thực tế, chúng ta chỉ biết hiện trạng những nơi đã xảy ra TLD, nhưng kết quả phân vùng dự báo nguy cơ TBTLD có thể bao gồm cả những nơi chưa hề xuất hiện TLD. Tuy nhiên, trong hầu hết các nghiên cứu về trượt lở, sự phân bố hiện trạng của các nhóm nguy cơ có

TBTLĐ khác nhau luôn được coi là yếu tố chia khóa dùng để đánh giá mức độ chính xác của kết quả dự báo.

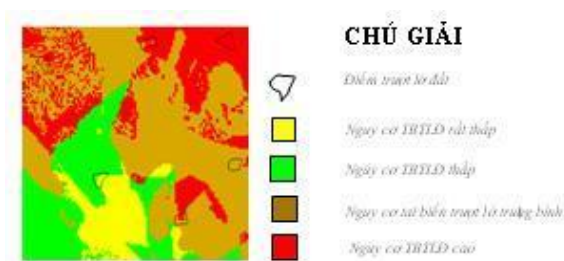
Trong bài báo này, các tác giả đã tiến hành đánh giá kết quả bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ TBTLĐ dựa trên 2 tiêu chí là: 1) Xem xét diện tích phân bố hiện trạng của các điểm TLĐ trong các nhóm nguy cơ TBTLĐ thể hiện trên bản đồ dự báo; và 2) Đánh giá mức độ chính xác của công tác dự báo trên cơ sở xem xét số lượng các điểm trượt lở được dự báo chính xác và không chính xác.

Nếu xét về diện tích phân bố hiện trạng các điểm TLĐ thì *nếu kết quả dự báo cho thấy diện tích các điểm TLĐ nằm trong các nhóm nguy cơ TBTLĐ cao và rất cao có thể coi là việc dự báo cho các vị trí trượt lở đó là chính xác.*

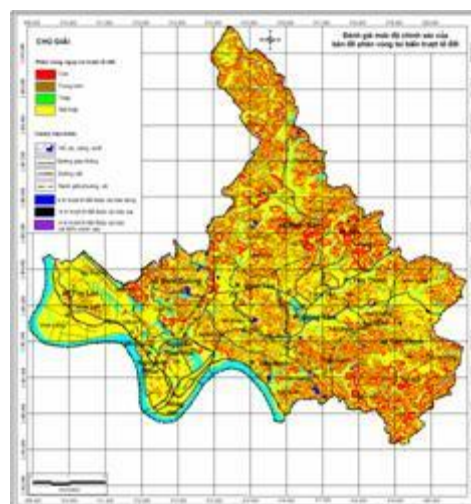
Khi xem xét số lượng điểm TLĐ, nếu ta chồng chấp bản đồ hiện trạng TLĐ và bản đồ kết quả phân vùng dự báo nguy cơ TBTLĐ, thì có thể nhận thấy nhiều điểm trượt lở có diện tích nằm trên nhiều nhóm nguy cơ TBTLĐ khác nhau. Ví dụ một điểm trượt lở như mô tả trong Hình 16 có thể thuộc 2 nhóm nguy cơ TBTLĐ là thấp và trung bình, trung bình và cao...

Một số nhà khoa học chuyên nghiên cứu về TLĐ đã đưa ra giả thuyết là *một điểm TLĐ được xem như được dự báo "đúng" khi ít nhất một phần diện tích của nó nằm trong một nhóm dự báo nguy cơ TBTLĐ cao hoặc rất cao. Nếu ngược lại thì việc dự báo được xem như là "sai".*

Theo kết quả đánh giá hiện trạng TBTLĐ cho vùng nghiên cứu dựa trên việc luận giải ảnh QuickBird và kiểm chứng bằng khảo sát thực địa, 31 điểm TLĐ khác nhau đã được xác định và được thể hiện trên bản đồ hiện trạng TBTLĐ. Kết hợp phân tích và chồng chấp với bản đồ phân vùng nguy cơ TBTLĐ, tỷ lệ diện tích



Hình 16. Ví dụ về một số điểm TLĐ được phủ chồng trên bản đồ kết quả khoanh vùng dự báo nguy cơ TBTLĐ.



Hình 17. Bản đồ phân vùng các nhóm nguy cơ TBTLĐ với các điểm TLĐ được dự báo đúng và sai

Bảng 4. Phân bố hiện trạng TLĐ trong các vùng có nguy cơ TBTLĐ khác nhau

Phân vùng nguy cơ TBTLD	Hiện trạng trượt lở đất					
	Số điểm trượt			Diện tích trượt		
	Số lượng điểm trượt	% số lượng điểm trượt	Tỷ lệ dự báo chính xác (%)	Diện tích (km ²)	% diện tích trượt	Tỷ lệ dự báo chính xác (%)
Rất thấp	5	16,13	> 77,42	0,0022	10,78	> 76,96
Thấp						
Trung bình	2	6,45		0,0025	12,25	
Cao	24	77,42		0,0157	76,96	

hiện trạng các điểm TLD đã phát hiện được phân bố trong các vùng có nguy cơ TLD khác nhau được tóm tắt trong Bảng 4 cho thấy trong tổng số 31 điểm trượt lở trong vùng nghiên cứu thì có đến 24 điểm phân bố trong khu vực được dự báo có nguy cơ TBTLD cao, và chỉ có 5 điểm nằm trong vùng có nguy cơ TBTLD rất thấp. Như vậy, có thể coi là có trên 77,42% số điểm TLD trong vùng nghiên cứu đã được dự báo chính xác. Hình 16 trình bày kết quả thành lập bản đồ phân vùng các nhóm nguy cơ TBTLD bao gồm cả những điểm TLD được coi là dự báo đúng và sai. Kiểm tra ngoài thực địa tại những điểm TLD được coi là dự báo sai thì thấy rằng 5 số điểm TLD này đều là những điểm trượt lở cổ, khả năng tái kích hoạt của chúng rất nhỏ. Do vậy, việc phân vùng chúng thuộc các nhóm có nguy cơ TBTLD thấp là hoàn toàn hợp lý.

KẾT LUẬN

TLD là một trong những dạng TBĐC phổ biến, thường xuyên xảy ra trong vùng Tp Yên Bái. Áp dụng mô hình phân tích đánh giá chỉ số ổn định của sườn dốc để thành lập bản đồ nguy cơ TBTLD cho vùng nghiên cứu đã chỉ ra những kết quả như sau:

1. Tỷ lệ phần trăm diện tích nhóm nguy cơ cao về TBTLD chiếm 20,94% (11,41 km²);
2. Tỷ lệ phần trăm diện tích nhóm nguy cơ trung bình về TBTLD chiếm 16,63% (9,07 km²);
3. Tỷ lệ phần trăm diện tích nhóm nguy cơ thấp về TBTLD chiếm 7,43% (4,05 km²); và
4. Tỷ lệ phần trăm diện tích nhóm nguy cơ rất thấp về TBTLD chiếm 55 % (29,98 km²).

Việc so sánh và kiểm chứng kết quả giữa bản đồ phân vùng nguy cơ TBTLD với bản đồ hiện trạng các điểm TLD cho thấy có ít nhất trên 77,42% số lượng các điểm trượt và trên 76,96% diện tích các điểm trượt trong vùng nghiên cứu nằm trong vùng được dự báo có nguy cơ TBTLD cao. Như vậy, có thể coi mô hình đã dự báo chính xác với tỷ lệ trên 75%. Đây là một kết quả tương đối cao đối với một mô hình dự báo, hay nói cách khác kết quả phân vùng nguy cơ TBTLD cho vùng nghiên cứu Tp Yên Bái dựa trên việc ứng dụng phân tích mô hình độ ổn định sườn dốc là tương đối chính xác. Kết quả đánh giá nguy cơ TBTLD này có thể sử dụng vào thực tế cho vùng nghiên cứu nhằm giúp người dân địa phương và các cấp lãnh đạo có thể sử dụng những biện pháp phù hợp để cảnh báo, phòng chống và giảm nhẹ thiệt hại do TBTLD có thể xảy ra trong thời gian tới. Theo các tác giả có thể ứng dụng mô hình này cho những khu vực đô thị miền núi phía Bắc Việt Nam có đặc điểm tương đồng với vùng thành phố Yên Bái.

VĂN LIỆU

1. Nguyễn Thành Long (*Chủ biên*), Lê Quốc Hùng, Nguyễn Thị Hải Vân, Nguyễn Quốc Khánh, Phạm Vũ Luyến, Đỗ Minh Hiền, Lưu Thanh Bình, Trịnh Thành, Phạm Văn

Sơn, Nguyễn Hồ Khánh, Nguyễn Hoàng Ninh, 2009. Báo cáo "Xây dựng phương pháp đánh giá độ rủi ro do tai biến địa chất ở những khu vực đô thị miền núi phía Bắc Việt Nam bằng việc kết hợp mô hình RS&GIS. Thử nghiệm ở thành phố Yên Bái". *Lưu trữ Viện KH ĐC&KS. Hà Nội.*