

PHÂN TÍCH ĐỊA MẠO TRÊN CÁC THÀNH TẠO ĐỊA CHẤT TẠI THUNG LŨNG HẠ LƯU SÔNG ĐÀ

NGUYỄN XUÂN NAM¹, TRẦN TÂN VĂN¹, HẠ VĂN HẢI²

¹ Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội ² Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

Tóm tắt: Sông Đà là con sông lớn bắt nguồn từ Vân Nam Trung Quốc chảy qua miền Tây Bắc Việt Nam với chiều dài 527 km, theo hướng chủ đạo là Tây Bắc - Đông Nam. Tuy nhiên, đoạn hạ lưu của nó từ Hòa Bình lại đổi hướng chảy lên phía bắc nhập vào sông Hồng tại Việt Trì. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu thung lũng hạ lưu sông Đà với việc thành lập bản đồ địa mạo bằng kỹ thuật GIS và viễn thám, phân tích một số dạng địa hình và tương tác của chúng với các thành tạo địa chất. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng bề mặt địa hình phụ thuộc rất lớn vào các thành tạo địa chất và trên cơ sở đó xác định một cách chính xác hơn các bề mặt địa hình như bề mặt bóc mòn, xâm thực, kiến tạo... Bài báo cũng luận giải về thời gian hình thành thung lũng hạ lưu sông Đà, qua đó cho thấy đoạn thung lũng sông này mới chỉ xuất hiện trong kỷ Đệ tứ vào giai đoạn Pleistocen giữa.

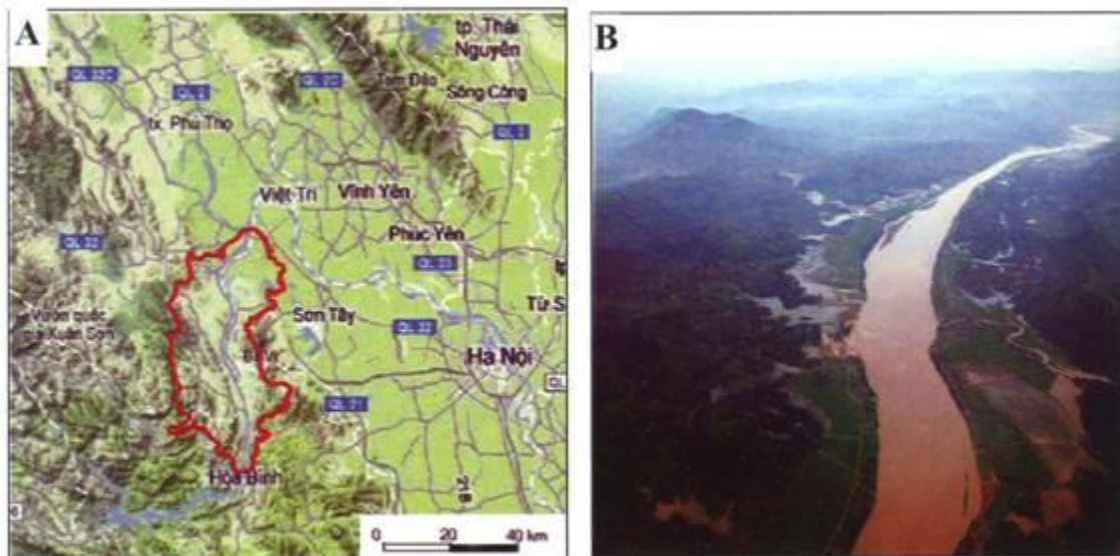
I. MỞ ĐẦU

Vùng nghiên cứu là thung lũng hạ lưu sông Đà, nằm ở phía tây thành phố Hà Nội (Hình 1A), có chiều dài 60 km, phát triển theo phương á kinh tuyến. Diện tích lưu vực nghiên cứu là 958 km², là kiểu thung lũng sông miền núi tiếp giáp với đồng bằng có chiều rộng trung bình 1,2 km, mở rộng dần về phía hạ lưu đến 4 km ở Trung Hà. Thung lũng có nhiều suối nhánh đổ vào từ hai bên sườn (Hình 1B). Lớn nhất là suối Ngòi Lạt ở bờ trái, suối Hương ở bờ phải sông Đà. Dòng chảy chính có lưu lượng nước được điều tiết bởi đập thủy điện Hòa Bình. Mùa mưa nước về hồ chứa trung bình 1.650 m³/s, mùa khô chỉ còn 350 m³/s.

Các thành tạo địa chất có ý nghĩa quan trọng trong việc hình thành địa hình hiện tại. Các tác giả đã áp dụng kỹ thuật GIS và viễn thám thành lập bản đồ địa mạo để phục vụ phân tích tương tác giữa địa hình với các thành tạo địa chất trong thung lũng hạ lưu sông Đà. Nội dung việc phân tích là phân loại “*Các bề mặt nguồn gốc địa hình, xác định độ dốc, độ cao và các thành tạo địa chất tương ứng*”. Các bề mặt địa mạo được trích xuất dựa trên nhiều loại bản đồ phụ trợ. Cuối cùng là so sánh tương tác giữa bề mặt địa hình trên các thành tạo địa chất.

II. GIỚI THIỆU BẢN ĐỒ ĐỊA MẠO

Bản đồ địa mạo được thành lập dựa trên việc ứng dụng phương pháp GIS, viễn thám. Phương pháp này nhìn chung là tổng thể của nhiều hợp phần: phần cứng máy tính, phần mềm, tư liệu địa lý và người điều hành nhằm thiết kế hoạt động một cách có hiệu quả trong việc tiếp nhận lưu trữ, điều khiển, phân tích các dạng dữ liệu địa lý, liên kết các dữ liệu địa lý dựa trên thuộc tính của bản đồ dạng số. Ưu điểm của phương pháp này là cho một khả năng rộng lớn về việc xử lý thông tin, hiển thị thông tin và đưa ra các sản phẩm bản đồ, các kết quả xử lý cùng các mô hình [1, 5, 8].



Hình 1. A/ Vị trí vùng nghiên cứu (màu đỏ); B/ Cảnh quan thung lũng hạ lưu sông Đà nhìn từ phía bắc về phía nam (Nguồn: Google Earth, năm 2008).

Hiện nay, công nghệ GIS và viễn thám phát triển nhanh chóng với những phần mềm rất mạnh như ArcGIS, Envi... Chúng là công cụ xử lý dữ liệu thông tin địa lý và ảnh viễn thám giúp cho việc thành lập các bản đồ chuyên đề trở nên nhanh chóng và có tính định lượng. Nhưng do chỉ là công cụ nên yếu tố con người ở đây rất quan trọng, không chỉ có khả năng sử dụng phần mềm mà đòi hỏi phải có kiến thức chuyên môn sâu trong lĩnh vực nghiên cứu.

Để phục vụ cho việc thành lập bản đồ địa mạo vùng hạ lưu sông Đà. Chúng tôi sử dụng các tờ bản đồ địa hình số tỷ lệ 1:50.000 hệ tọa độ VN 2000 gồm các tờ Hòa Bình F-48-79-B; Tây Đằng F-48-67- D; Thanh Sơn F-48-67-C; Sơn Phú F-48- 79-A; Việt Trì F-48-67-B; Phú Thọ F-48- 67-A. Các tờ bản đồ địa chất, địa mạo tỷ lệ 1:50.000 của các nhóm tờ Thanh Sơn, Hòa Bình - Suối Rút, Thanh Ba - Phú Thọ và nhóm tờ phụ cận Hà Nội... Các ảnh vệ tinh Landsat ETM chụp các năm 2000, 2001, 2005, 2007; ảnh TM chụp năm 1990, 1999, ảnh Spot năm 1987 và loạt ảnh máy bay tỷ lệ 1:33.000 chụp tháng 10 năm 1979. Các phần mềm sử dụng là

Mapinfor 9.0, ArcGis 9.3, Envi 4.0, Google Earth Pro...

Bản đồ địa mạo được thành lập dựa trên nguyên tắc “*nguồn gốc*”. Theo nguyên tắc này, địa hình được phân loại theo nguồn gốc phát sinh ra nó và được gọi là những bề mặt cùng nguồn gốc, thông thường được gọi tắt là “*bề mặt*”. Những dạng địa hình có tuổi khác nhau được nhận dạng bởi đặc trưng hình thái. Hình thái luôn là chỉ tiêu và thông số cần thiết của bất kỳ loại địa hình nào. Các đặc trưng hình thái được phân tích bằng công nghệ GIS và viễn thám. Phần “*tự động*” ở nghiên cứu này dựa trên việc phân loại địa hình, theo đó một số đặc điểm của bề mặt địa hình như khoảng độ dốc, khoảng độ cao, độ bóng (hillshade), độ cong (curvature) được trích xuất, từ đó kết hợp với những yếu tố địa chất để xác định nguồn gốc địa hình. Đặc điểm nguồn gốc của địa hình được xác định làm cơ sở để thiết kế các yếu tố đầu vào cho phân loại tự động (Bảng 1).

Phương pháp phân tích trải qua nhiều bước và được mô tả khái quát dưới đây:

Bước 1: Xây dựng mô hình số địa hình (DEM) từ dữ liệu đầu vào là đường đồng mức địa hình, độ cao, hồ sục (hồ, đầm lầy), mạng sông suối. Ở nghiên cứu này mô hình DEM được xây dựng với

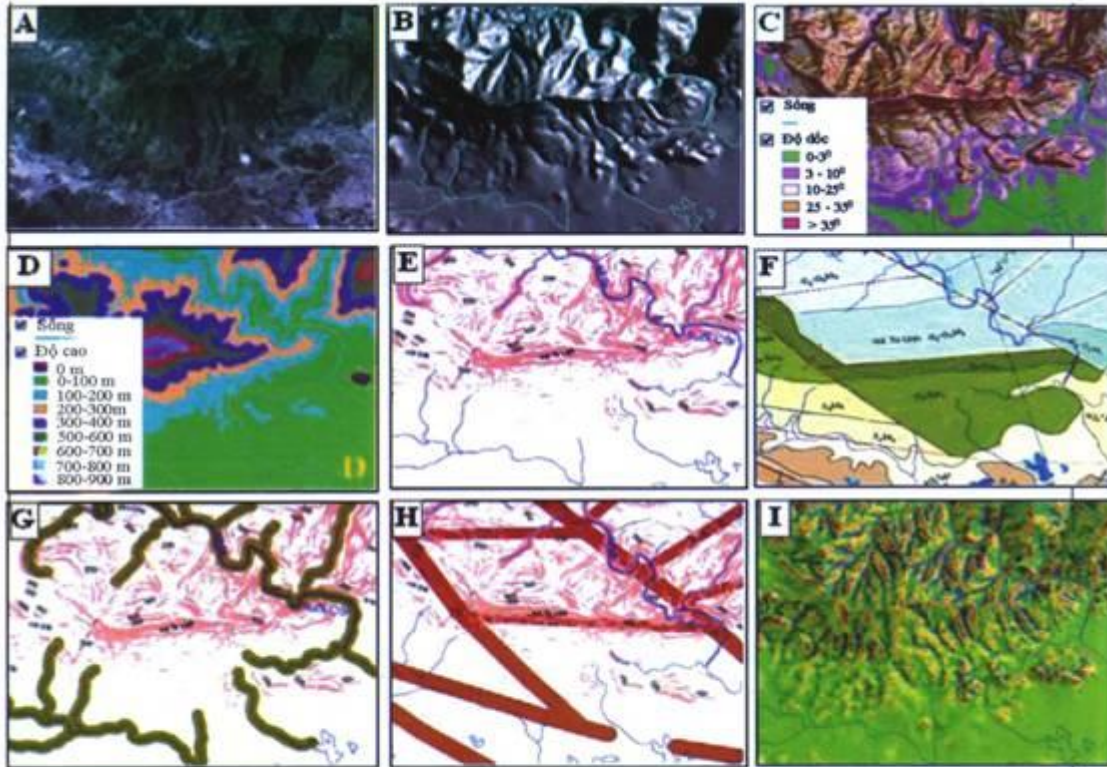
kích thước ô lưới là 20 m, tương ứng với khoảng cao đều của đường đồng mức (20 m) với tỷ lệ 1:50.000.

Bảng 1. Đặc điểm địa mạo và các yếu tố đầu vào để xác định các bề mặt

| TT | Bề mặt | Đặc điểm địa mạo | Các yếu tố đầu vào |
|----|--------------------------|--|---|
| 1 | Địa hình kiến tạo | Dạng tuyến, bậc, thường có độ dốc lớn, liên quan đến quá trình địa chất nội sinh | Đứt gãy, khoảng độ cao, khoảng độ dốc |
| 2 | Sườn bóc mòn kiến trúc | Bóc mòn lộ cấu trúc via, cấu trúc đơn nghiêng, cấu trúc uốn nếp... | Các yếu tố địa chất, ranh giới, trục nếp uốn... |
| 3 | Sườn bóc mòn tổng hợp | Tổng hợp các yếu tố như xâm thực, trọng lực, kiến tạo... | Ranh giới địa chất, diện tích các bề mặt xâm thực, trọng lực, kiến tạo... |
| 4 | Sườn rửa trôi bề mặt | Thảm thực vật kém phát triển, độ cao thấp thường là các đồi tròn thoải | Khoảng độ cao, khoảng độ dốc |
| 5 | Bề mặt san bằng peneplen | Tập hợp các bề mặt đỉnh, nằm ngang hoặc nghiêng thoải, có khoảng độ cao tương đương nhau | Khoảng độ dốc, khoảng độ cao |
| 6 | Bề mặt pediment | Phân bố ở đồng bằng trước núi, trên sườn hoặc chân núi tiếp giáp với đồng bằng, bề mặt nằm ngang hoặc nghiêng thoải, liên kết một tập hợp các đỉnh đồi có độ cao tương ứng | Khoảng độ dốc, khoảng độ cao |
| 7 | Trũng karst | Nằm trong vùng karst, địa hình âm, đáy cấu tạo bởi đá carbonat | Ranh giới địa chất và thành phần thạch học |
| 8 | Đáy và sườn xâm thực | Rãnh xói, mương xói liên quan đến dòng chảy thường xuyên, hoặc tạm thời | Mạng sông suối, khoảng độ dốc |
| 9 | Thềm sông | Bề mặt nằm ngang hoặc nghiêng thoải, độ cao tuyệt đối từ 10-45 m | Khoảng độ dốc, khoảng độ cao |
| 10 | Bãi bồi | Bề mặt nằm ngang hoặc nghiêng thoải tiếp giáp với sông, ven lòng, giữa lòng... | Khoảng độ cao, khoảng độ dốc |

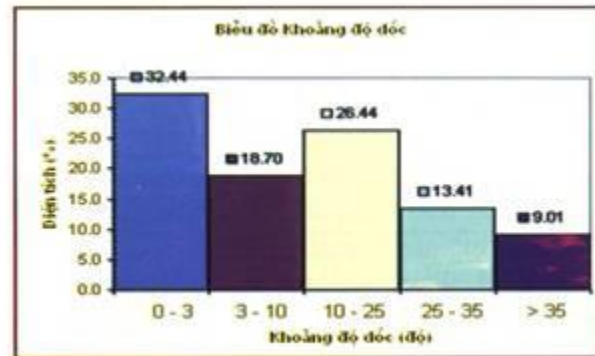
Bước 2: Trích xuất các bản đồ phụ trợ như độ dốc, độ cao, độ bóng sau đó chuyển về đối tượng vùng (polygon). Phân tích địa hình bằng mô hình số đã được John p. Wilson và nk, 2000 [3] đề cập rất chi tiết, trong đó nhiều thông số địa mạo như khoảng độ cao, độ dốc và diện mạo có thể được tính toán, cũng như lưu vực sông và hệ thống dòng chảy được khoanh định một cách nhanh chóng và chính xác. Trong quá trình trích xuất, một số diện tích quá nhỏ không đáp ứng đủ tiêu chí lựa chọn không được đưa vào tính toán.

Bước 3: Đưa những lớp phân tích dạng vùng như góc dốc, độ cao, bản đồ địa chất, sơ đồ tài liệu thực tế... để tính toán trích xuất những đối tượng địa mạo nêu trong Bảng 1. Ví dụ như trích xuất địa hình kiến tạo cần khoảng độ dốc > 35° (C) và vùng đệm đứt gãy (H) (Hình 2); trích xuất bề mặt sườn và đáy xâm thực cần khoảng độ dốc (C) và vùng đệm sông, suối (G). Một số bề mặt khác như bãi bồi, hồ, bề mặt nước sông... có thể dùng ảnh vệ tinh để trích xuất tự động trên cơ sở sử dụng phương pháp phân loại có kiểm định.



Hình 2. Minh họa một số yếu tố phụ trợ dùng trong trích xuất bề mặt địa hình;
 A/Ảnh vệ tinh; B/ Mô hình DEM; C/ Phân khoảng độ dốc; D/ Phân khoảng độ cao;
 E/ Khoảng độ dốc >35°; F/ Thành tạo địa chất; G/ Vùng đệm sông suối;
 H/ Vùng đệm đút gẫy; I/ Bề mặt cong địa hình.

| TT | Khoảng độ dốc (độ) | Diện tích (km ²) | Tỷ lệ (%) |
|------|--------------------|------------------------------|-----------|
| 1 | 0-3 | 306,5 | 32,4 |
| 2 | 3-10 | 176,7 | 18,7 |
| 3 | 10-25 | 249,8 | 26,4 |
| 4 | 25-35 | 126,6 | 13,4 |
| 5 | > 35 | 85,1 | 9,0 |
| Tổng | | 944,7 | 100 |



Hình 3. Phân loại độ dốc địa hình vùng hạ lưu sông Đà.

Bước 4: Chính lý, kiểm tra những đối tượng thỏa mãn trong mỗi bề mặt. Bước này chủ yếu dựa vào kinh nghiệm chuyên môn kết hợp với tài liệu khảo sát thực địa.

Để khoanh vùng một số bề mặt địa hình thì độ dốc là chỉ tiêu quan trọng. Thông thường độ dốc sẽ phân định các bề mặt như bề mặt nằm ngang hoặc nghiêng thoải, bề mặt sườn và vách. Với đặc thù của vùng nghiên cứu, các tác giả chia ra 05 khoảng độ dốc: 0-3°, 3-10°, 10-25°, 25-35° và lớn hơn 35°. Độ dốc 0-3° được coi như bề mặt nằm ngang - nghiêng thoải, bề mặt này liên quan đến dạng địa hình tích tụ như bãi bồi, thềm sông và bề mặt san bằng.

Thống kê diện tích các thành tạo địa chất cho thấy các tích tụ Đệ tứ chiếm diện tích lớn nhất (253,8 km²) (Bảng 2). Thống kê khoảng độ dốc cho thấy khoảng độ dốc 0-3° chiếm diện tích lớn hơn (306,5 km²) (Hình 3). Điều này nói lên rằng không chỉ bề mặt tích tụ mà còn tồn tại các bề mặt nằm ngang khác trên sườn và bề mặt đỉnh. Như vậy, ngoài bề mặt tích tụ có thể có các bề mặt bằng phẳng khác trên đỉnh hoặc sườn đồi núi. Các bề mặt này có thể là Peneplen hoặc Pediment được hình thành trong một giai đoạn tĩnh kiến tạo, được nhận dạng dựa vào một loạt các bề mặt có cùng độ cao, cũng có thể kết hợp các mặt cắt địa hình trùng hợp để xác định bậc địa hình.

Bảng 2. Diện tích phân bố các thành tạo địa chất có mặt trong vùng nghiên cứu

| STT | Mô tả hệ tầng | Thành phần thạch học | Diện tích (km ²) | Tỷ lệ (%) |
|-------------|---|-------------------------------------|------------------------------|-----------|
| 1 | Hệ Đệ tứ (Q) | Trầm tích bờ rời | 253,84 | 26,60 |
| 2 | Hệ tầng Vĩnh Bảo (N ₂) | Cuội kết, bột kết, sét than.. | 21,37 | 2,24 |
| 3 | Hệ tầng Suối Bàng (T _{3 n-r}) | Bột kết, phiến sét than, than đá | 11,03 | 1,16 |
| 4 | Hệ tầng sông Bôi (T ₂₋₃) | Cát kết, bột kết, sét than... | 132,96 | 13,93 |
| 5 | Hệ tầng Đồng Giao (T _{2a}) | Đá vôi phân lớp mỏng đến dày | 3,12 | 0,33 |
| 6 | Hệ tầng Viên Nam (P ₃) | Basalt, ryolit, dacit, trachit | 121,94 | 12,78 |
| 7 | Hệ tầng Yên Duyệt (P ₃) | Đá phiến sét, sét than chứa Fe | 4,83 | 0,51 |
| 8 | Hệ tầng Cẩm Thủy (P ₃) | Basalt dạng khối, hạnh nhân | 9,08 | 0,95 |
| 9 | Hệ tầng Hương Cầm (P ₂) | Đá vôi bị hoa hóa, đá vôi xám đen | 0,61 | 0,06 |
| 10 | Hệ tầng Bản Diệt (C ₃ - P ₁) | Đá vôi, đá vôi silic, đá vôi sét | 18,71 | 1,96 |
| 11 | Hệ tầng Bản Cầm (D ₃) | Bột kết, phiến sét | 4,63 | 0,49 |
| 12 | Hệ tầng Bản Páp (D ₂) | Đá vôi tái kết tinh, đá vôi dolomit | 1,23 | 0,13 |
| 13 | Hệ tầng Mỏ Tôm (D ₂) | Đá vôi dạng khối | 1,25 | 0,13 |
| 14 | Hệ tầng Bản Nguồn (D ₁) | Đá phiến sét xen bột kết | 37,34 | 3,91 |
| 15 | Hệ tầng Suối Tra (D ₁) | Đá vôi sét, cát kết, bột kết | 65,18 | 6,83 |
| 16 | Hệ tầng Bó Hiềng (S ₃₋₄) | Đá vôi màu xám, đá phiến sét silic | 39,34 | 4,12 |
| 17 | Hệ tầng Sinh Vinh (O ₃ -S ₂) | Đá vôi màu xám, dăm kết vôi | 45,33 | 4,75 |
| 18 | Hệ tầng Bến Khế (ε ₂ -O ₁) | Cát kết quarzit, đá phiến thạch anh | 92,91 | 9,74 |
| 19 | Hệ tầng Thạch Khoán (NP- PZ ₁) | Quarzit-sericit, đá vôi dolomit | 52,67 | 5,52 |
| 20 | Hệ tầng Thái Ninh (PP) | Đá phiến biotit-thạch anh, đá hoa | 8,17 | 0,86 |
| 21 | Hệ tầng Suối Chiềng (AR ₂₋₃) | Gneis biotit, quarzit- sericit | 4,01 | 0,42 |
| 22 | Phức hệ Ba Vi (P ₃) | Peridotit, pyroxenit | 4,33 | 0,45 |
| 23 | Phức hệ Điện Biên (P ₁) | Granit, diorit thạch anh | 17,33 | 1,82 |
| 24 | Phức hệ Tân Phương (PZ ₁)* | Granit pegmatit | 2,69 | 0,28 |
| 25 | Phức hệ Ca Vịnh (AR ₃) | Granit, migmatit, plagiogranit | 0,21 | 0,02 |
| 26 | Phức hệ Bảo Hà (PP-MP) | Metagabro, metadiabas | 0,18 | 0,02 |
| <i>Tổng</i> | | | 954,3 | 100,00 |

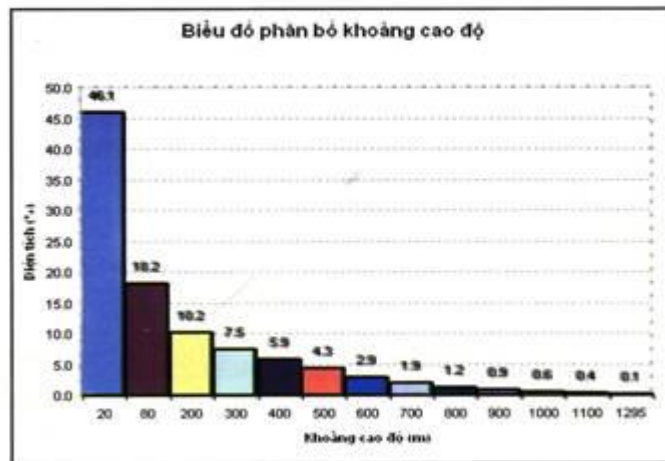
*theo bản đồ địa chất tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Thanh Sơn - Thanh Thủy

Khoảng độ dốc 10-25° chiếm diện tích khá lớn 249,8 km² liên quan đến kiểu địa hình bóc mòn xâm thực. Khoảng độ dốc 3-10° thường liên quan đến kiểu địa hình rửa trôi bề mặt ở khoảng cao độ 80-200 m.

Diện tích có độ dốc lớn hơn 35° chiếm 85,1 km², chiếm diện tích nhỏ nhất trong vùng nghiên cứu, nhưng là đối tượng đáng chú ý đối với nghiên cứu địa mạo ứng dụng cho việc khoanh vùng tai biến địa chất. Diện tích này thường là dấu ấn của đứt gãy còn tồn tại ở dạng những vách kiến tạo, hay bề mặt như sườn và đáy xâm thực, trọng lực...

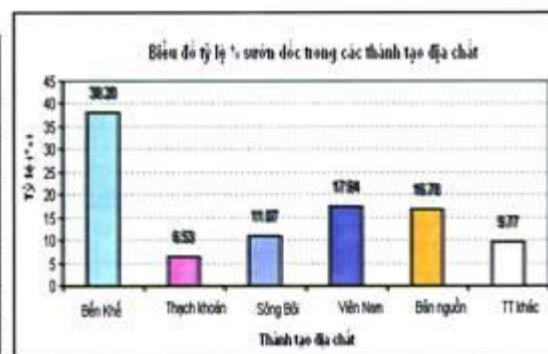
Khoảng độ cao được xác định bởi mô hình số được chuyển về định dạng vùng, diện tích được xác định (Hình 4). Từ đó có thể nhận dạng chúng trong mối quan hệ giữa độ dốc với độ cao. Trong vùng nghiên cứu khoảng độ dốc $0-3^\circ$ rơi chủ yếu vào khoảng độ cao 0-30 m là dạng địa hình tích tụ. Ngoài ra, khoảng độ dốc này còn gặp ở trên sườn, trên bề mặt đỉnh, một số thung lũng trên cao. Dựa vào bề mặt này kết hợp với xây dựng mặt cắt địa hình đã xác định một số bề mặt san bằng như bề mặt 20-60 m, bề mặt 100-200 m, 300-500 m, bề mặt 600-800 m và bề mặt 900 m đến 1.100 m.

| TT | Khoảng độ cao (m) | Diện tích (km ²) | Tỷ lệ (%) |
|------|-------------------|------------------------------|-----------|
| 1 | 0-20 | 440,5 | 46,1 |
| 2 | 20-60 | 120,2 | 18,2 |
| 3 | 60-100 | 83,4 | 12,3 |
| 4 | 100-200 | 80,1 | 10,2 |
| 5 | 200-300 | 61,6 | 7,5 |
| 6 | 300-400 | 56,2 | 5,9 |
| 7 | 400-500 | 41,1 | 4,3 |
| 8 | 500-600 | 27,7 | 2,9 |
| 9 | 600-700 | 18,3 | 1,9 |
| 10 | 700-800 | 11,9 | 1,2 |
| 11 | 800-900 | 8,3 | 0,9 |
| 12 | 900-1.000 | 5,3 | 0,6 |
| 13 | 1.000-1.100 | 3,5 | 0,4 |
| 14 | 1.100-1.290 | 1,2 | 0,1 |
| Tổng | | 956,3 | 100 |



Hình 4. Phân khoảng độ cao địa hình vùng hạ lưu sông Đà.

| TT | Thành tạo địa chất | Diện tích (km ²) | Tỷ lệ (%) |
|------|--------------------|------------------------------|-----------|
| 1 | HT. Bến Khế * | 32,52 | 38,20 |
| 2 | HT. Thạch Khoán | 5,56 | 6,53 |
| 3 | HT. Sông Bôi | 9,42 | 11,07 |
| 4 | HT. Viên Nam | 15,02 | 17,64 |
| 5 | HT. Bản Nguồn | 14,28 | 16,78 |
| 6 | Thành tạo khác | 8,32 | 9,77 |
| Tổng | | 85,12 | 100 |



*Hệ tầng Bến Khế - theo bản đồ địa chất tỷ lệ 1:50.000 nhóm từ Thanh Sơn - Thanh Thủy

Hình 5. Tỷ lệ bề mặt sườn dốc > 35° trên các thành tạo địa chất ở hạ lưu sông Đà.

III. TƯƠNG TÁC GIỮA ĐỊA HÌNH VỚI CÁC THÀNH TẠO ĐỊA CHẤT

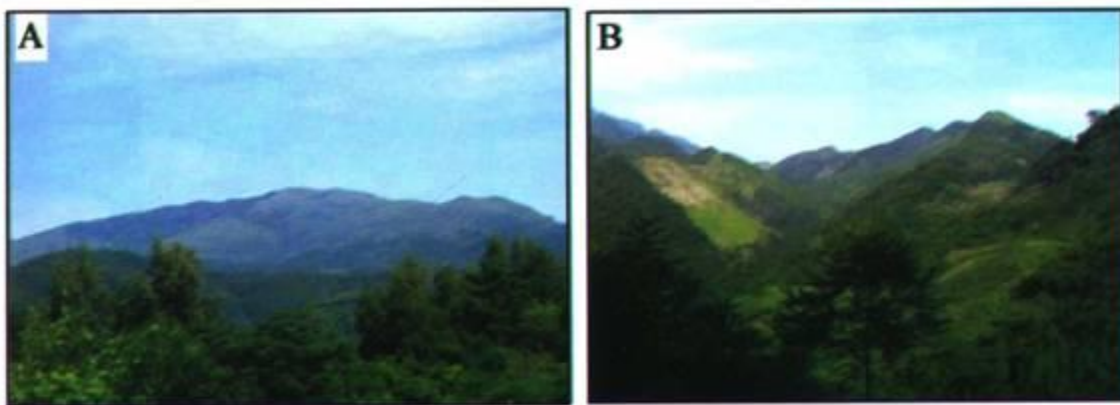
Trong vùng nghiên cứu có mặt các thành tạo địa chất từ cổ đến trẻ được tổng hợp từ 6 tờ bản đồ tỷ lệ 1:50.000. Trong khuôn khổ bài báo này chúng tôi nhóm gộp vào 26 thành tạo địa chất (Bảng 2).

Những thành tạo này được xác định diện tích và tính tỷ lệ % để từ đó phân tích nguồn gốc bề mặt địa hình như địa hình kiến tạo, sườn xâm thực, bóc mòn, tích tụ...

Diện tích các khoảng độ dốc khác nhau được chồng lên bản đồ địa chất. Từ đó xem xét khoảng độ dốc lớn chủ yếu rơi vào thành tạo địa chất nào. Mặt khác độ dốc lớn cũng liên quan đến bề mặt kiến tạo, trọng lực...

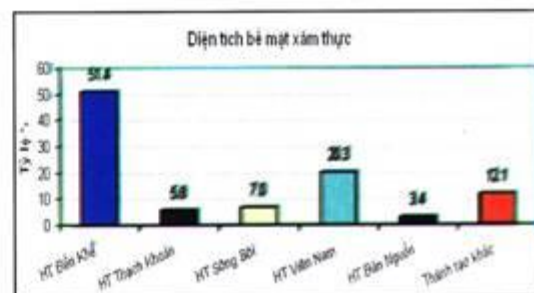
Có thể thấy rằng các sườn dốc lớn hơn 35° chủ yếu rơi vào hệ tầng Ben Khé chiếm 38,2% (Hình 5). Hệ tầng này có diện tích phân bố là $92,9 \text{ km}^2$ (Bảng 2) chỉ chiếm 9,7% diện tích các thành tạo địa chất có mặt trong vùng nghiên cứu. Thành phần thạch học chủ yếu của hệ tầng là đá cát kết dạng quazit, đá phiến thạch anh - mica, đá phiến sét-sericit. Trong khi đó hệ tầng Thạch Khoán có diện tích phân bố là $52,6 \text{ km}^2$ chiếm tỷ lệ 5,52% diện tích các thành tạo địa chất với thành phần thạch học là đá quazit, phiến sericit, đá vôi dolomit chỉ chiếm 6,5% sườn dốc lớn hơn 35° . Ở đây có sự khác biệt về cao độ mà diện tích hệ tầng Bến Khé nằm cao hơn trung bình 100 m so với diện tích hệ tầng Thạch Khoán. Đáng lưu ý, phức hệ Điện Biên là khối xâm nhập granit có tuổi trẻ hơn nằm bên trên, độ cao lớn hơn lại không phát triển sườn dốc cũng như mạng lưới xâm thực dày đặc như ở hệ tầng Ben Khé, hay hệ tầng Viên Nam với diện tích phân bố là $121,9 \text{ km}^2$ (Bảng 2), độ cao trung bình 600 m tương đương với hệ tầng Bến Khé mà diện tích sườn dốc lớn hơn 35° chỉ chiếm 17,6% (Hình 5).

Từ đây có thể rút ra kết luận rằng sườn dốc lớn không chỉ phụ thuộc vào độ cao mà phụ thuộc vào thành phần của đá gốc. Ở đây, địa hình trên đá phun trào của hệ tầng Viên Nam và đá granit của phức hệ Điện Biên ít phát triển sườn dốc hơn so với các đá biến chất của hệ tầng Bến Khé (Hình 6).



Hình 6. A/ Địa hình phát triển trên đá phun trào hệ tầng Viên Nam và B/ Địa hình phát triển trên đá biến chất hệ tầng Bến Khé (Nguồn: Nguyễn Xuân Nam, 2012).

| TT | Thành tạo địa chất | Diện tích (km ²) | Tỷ lệ (%) |
|------|--------------------|------------------------------|-----------|
| 1 | HT. Bến Khé | 24,4 | 51,4 |
| 2 | HT. Thạch khoán | 2,7 | 5,8 |
| 3 | HT. Sông Bôi | 3,3 | 7,0 |
| 4 | HT. Viên Nam | 9,6 | 20,3 |
| 5 | HT. Bản Nguồn | 1,6 | 3,4 |
| 6 | Thành tạo khác | 5,7 | 12,1 |
| Tổng | | 47,4 | 100 |

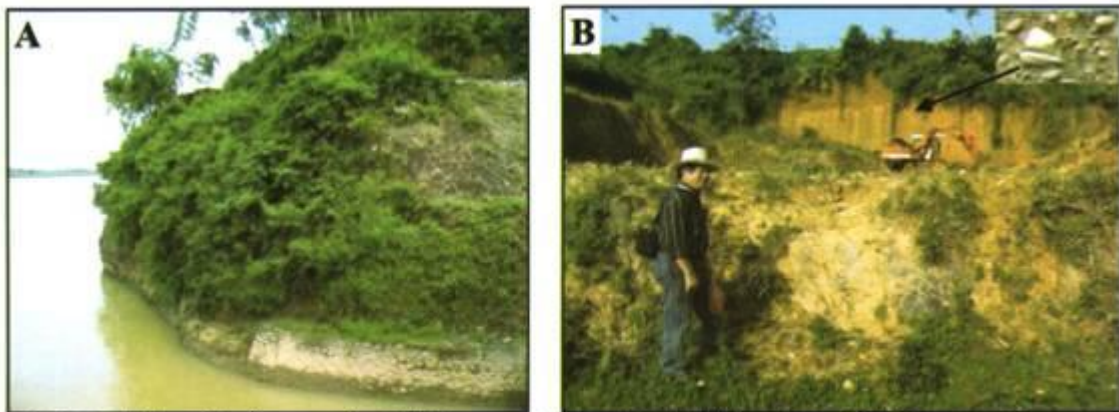


Hình 7. Tỷ lệ bề mặt xâm thực lớn hơn 35° trên các thành tạo địa chất ở hạ lưu sông Đà.

Bề mặt địa hình xâm thực bởi dòng chảy trên sườn thường tạo ra dạng thung lũng, được xác định tự động bởi lớp sông suối tạo vùng đệm (buffer) và lớp sườn dốc, ở đây lấy bề mặt sườn dốc lớn hơn 35° để xác định các thung lũng xâm thực sâu. Kết quả đã tính toán được diện tích bề mặt thung lũng xâm thực sâu trên một số thành tạo địa chất (Hình 7). Nếu so sánh mật độ sông suối ở hệ tầng Thạch Khoán và hệ tầng Ben Khê có thể thấy mạng sông suối tập trung lớn nhất ở diện tích phân bố hệ tầng Thạch Khoán sau đó là hệ tầng Bến Khê (Hình 9). Tuy nhiên, thung lũng xâm thực sâu chỉ phát triển trong diện tích của hệ tầng Bến Khê. Nếu xét về chuyển động tân kiến tạo thì diện tích này đang bị nâng lên lớn nhất so với các diện tích khác trong vùng nghiên cứu.

IV. THỜI GIAN HÌNH THÀNH THUNG LŨNG HẠ LƯU SÔNG ĐÀ

Kết quả nghiên cứu mới nhất của chúng tôi dọc thung lũng sông Đà đã phát hiện trầm tích sông tại bờ trái sông Đà, giáp Tp. Hòa Bình (Hình 8B) với thành phần gồm cuội, tảng chiếm 70%; sỏi 20%; còn lại là cát, bột, sét chiếm 10%. Trầm tích này nằm trên bề mặt bào mòn của đá basalt-olivin và nằm cao hơn mực nước sông 16 m. Phân tích tuổi trầm tích Đệ tứ bằng phương pháp Bào tử phần hoa, đã thu được một số Bào tử như: *Loxogramme* gen.indet, *Polypodium* sp., *Coniogramme* sp., *Polypodiaceae* gen.indet, *Angiopteris* sp., *Microlepia* sp., *Plagiogyria* sp., *Vittaria* sp., *Cyathea* sp., *Osmunda* sp., *Selaginella* sp., *Lycopodium* sp., *Dicksonia* sp., *Lygodium* sp. Phần hoa như: *Poaceae* gen.indet, *Myrtaceae* gen.indet, *Moms* sp., *Euphorbiaceae* gen.indet, *Metsequoia* sp., *Casuarina* sp., *Quercus* sp., *Arundinella* sp., *Leguminosae* gen.indet, *Magnolia* sp., *Lythraceae* gen.indet.



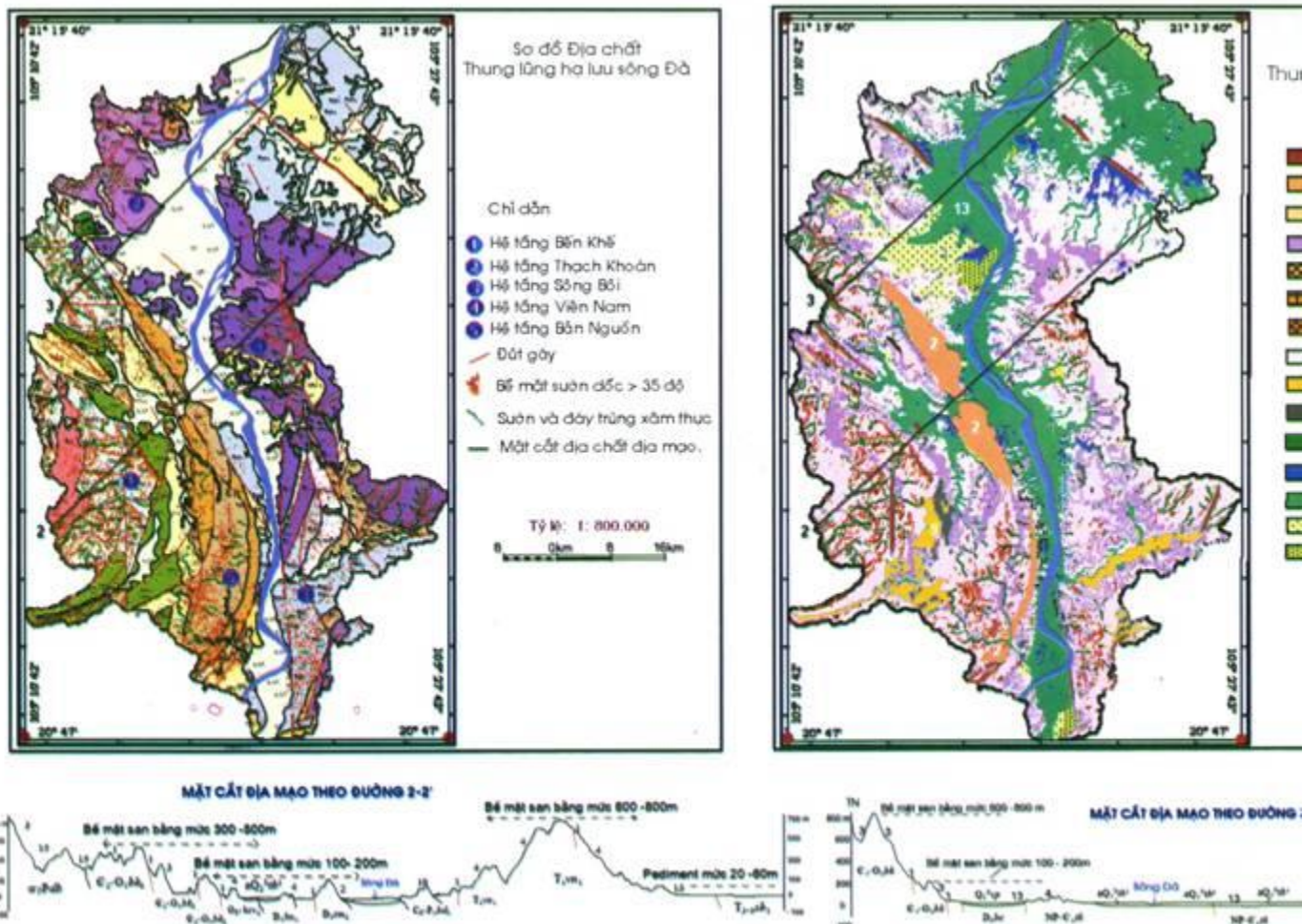
Hình 8. A/ Sông Đà cắt qua trầm tích Neogen tại Trung Hà; B/ Thềm sông tuổi Pleistocen giữa-muộn ở bờ trái sông Đà -TP. Hòa Bình (Nguồn: Nguyễn Xuân Nam, 2012).

Các Bào tử phần hoa trên được Phạm Văn Hải xác định là của thực vật nước ngọt, chủ yếu là thân cỏ, thân thảo có khoảng tuổi từ Pleistocen giữa đến Holocen.

Kết hợp các nghiên cứu trước đây [2, 4, 6, 7], chúng tôi nhận thấy trầm tích sông này có nhiều điểm tương đồng với hệ tầng Hà Nội như vị trí phân bố, thành phần cuội đa khoáng, độ mài tròn, mức độ gắn kết... Do vậy, chúng tôi nhận định đây là trầm tích sông tuổi Pleistocen giữa-muộn.

Kết quả khảo sát dọc sông Đà đoạn từ Hòa Bình đến Việt Trì cho thấy, sông Đà cắt qua các đá có tuổi từ Paleozoi đến Kainozoi. Trầm tích trẻ nhất mà sông Đà cắt qua có tuổi Pliocen ở đầu cầu Trung Hà (Hình 8A). Như vậy, đoạn sông này có tuổi trẻ hơn Pliocen. Sự có mặt của trầm tích

sông tuổi Pleistocen giữa-muộn và sự vắng mặt của trầm tích sông tuổi Pleistocen sớm trong thung lũng hạ lưu sông Đà từ Hòa Bình đến Việt Trì cho phép chúng tôi nhận định rằng đoạn thung lũng sông này mới chỉ hình thành từ Pleistocen giữa đến nay.



Hình 9. Sơ đồ địa chất, sơ đồ địa mạo và mặt cắt địa mạo thung lũng hạ lưu sông Đà.

V. KẾT LUẬN

Từ những kết quả lập bản đồ địa mạo bằng phương pháp GIS và viễn thám thung lũng hạ lưu sông Đà có thể rút ra một số kết luận như sau:

- Mối quan hệ giữa độ dốc và độ cao địa hình không tương quan với nhau, tỷ lệ vách dốc lớn nhất không tập trung ở khoảng độ cao lớn nhất, cụ thể trong vùng nghiên cứu các vách dốc lớn nhất chủ yếu tập trung ở khoảng độ cao từ 600-800 m.

- Hình dạng bề mặt địa hình phụ thuộc cơ bản vào thành tạo địa chất tạo nên địa hình đó. Trong vùng hạ lưu sông Đà, các đá phun trào thường tạo nên dạng địa hình mềm mại, các đá biến chất thường tạo nên địa hình phát triển nhiều thung lũng xâm thực sâu.

- Dựa vào vị trí phân bố và tuổi của trầm tích sông còn sót lại trong vùng nghiên cứu, có thể nhận định rằng thung lũng hạ lưu sông Đà từ Hòa Bình đến Việt Trì mới chỉ hình thành từ Pleistocen giữa đến nay.

- Phương pháp GIS và viễn thám áp dụng để thành lập bản đồ địa mạo cho hiệu quả cao, tiết kiệm kinh phí và thời gian. Các bề mặt địa hình được khoanh định tự động là định hướng rất tốt cho các nhà chuyên môn địa mạo hoàn thiện sản phẩm của mình.

Lời cảm ơn: Các tác giả xin trân trọng cảm ơn Trung tâm Viễn thám Địa chất thuộc Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Bắc; Trung tâm Viễn thám và Geomatic- Viện Địa chất - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã cung cấp ảnh máy bay và ảnh vệ tinh trong quá trình nghiên cứu.

VĂN LIỆU

1. **Giles P.T., Franklin S.E., 1998.** An automated approach to the r-classification of the slope units using digital data. *Geomorphology* 21, 251-264.
2. **Hạ Văn Hải, 2003.** Bàn về các kiến trúc dạng tuyến ở miền Đông Bắc Bộ, Việt Nam. *TC KHKT Mỏ - Địa chất số 1, 2003.*
3. **John P., Wilson, John c., Gallant, 2000.** Terrain analysis. Principles and Applications, isbn 0-471-32188-5 John Wiley & son, inc.
4. **Lê Huy Hoàng, 1973.** Địa mạo phần thung lũng hạ lưu sông Đà. *TC Địa chất A/1 08:7-8. Hà Nội.*
5. **MacMillan R.A., Martin T.C., Earle T J., McNabb D.H., 2003.** Automated analysis and classification of landforms using high-resolution digital elevation data: applications and issues. *Canadian Journal of Remote Sensing* 29, 592-606.
6. **Nguyễn Xuân Nam, Hạ Văn Hải, Hạ Quang Hưng, 2011.** Đặc điểm tai biến địa chất dọc sông Đà đoạn từ Hòa Bình đến Việt Trì liên quan với hoạt động kiến tạo hiện đại. *J. of Geology B/325:5- 6. Hà Nội.*
7. **Phạm Đình Thọ, Hạ Văn Hải, Hạ Quang Hưng, 2007.** Features of ancient river- beds at the confluence of Red, Đà and LÔ rivers and their relation with neotectonic activities. *J. of Geology, B/30:68-74. Hà Nội.*
8. **Van Asselen, s. and Seijmonsbergen A.C., 2006.** Expert-driven semi-automated geomorphological mapping for a mountainous area using a laser DTM. *Geomorphology* 78 (2006) 309 - 320.