

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
VIỆN ĐỊA CHẤT

ĐỀ TÀI ĐỘC LẬP CẤP NHÀ NƯỚC

**“NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TỔNG HỢP CÁC
LOẠI HÌNH TAI BIẾN ĐỊA CHẤT LÃNH THỔ VIỆT NAM
VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÒNG CHỐNG”**
(giai đoạn II - Các tỉnh miền núi phía Bắc)

ĐỀ TÀI NHÁNH

**“NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TAI BIẾN SẠT LỎ BỜ SÔNG
KHU VỰC CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC”**

CƠ QUAN THỰC HIỆN



PHÓ VIỆN TRƯỞNG

CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI *Đinh Đức Sơn*

TS. Trần Trọng Huệ

NHỮNG NGƯỜI THỰC HIỆN

TS. Phạm Tích Xuân - Chủ nhiệm
TS. Vũ Văn Chinh
KS. Nguyễn Đức Rỗi
Th.S. Phạm Quang Sơn
TS. Cung Thượng Chí
TS. Nguyễn Xuân Huyền
KS. Phan Đông Pha
TS. Nguyễn Đăng Túc
KS. Nguyễn Phương Dung
KS. Nguyễn Thị Học
KS. Hoàng Văn Quý
KS. Trần Thanh Sơn

5263-4

28/04/2005

*(Tất cả các hình ảnh quét mẫu, chúng tôi chuyển
xông vào tài liệu)*

MỤC LỤC

	Tr.
MỞ ĐẦU	4
Chương I. ĐẶC ĐIỂM TỰ NHIÊN VÀ KINH TẾ- XÃ HỘI KHU VỰC CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC	12
I.1. Đặc điểm tự nhiên.	12
I.2. Đặc điểm kinh tế - xã hội	19
Chương II. HIỆN TRẠNG TAI BIẾN SẠT LỞ BỜ SÔNG KHU VỰC CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC	25
II.1. Quy luật biến động hình thái lòng dẫn sông	25
II.2. Hiện trạng tai biến sạt lở mép nước lòng hồ thủy điện Hòa Bình	27
II.3. Hiện trạng tai biến sạt lở bờ sông Đà	40
II.4. Hiện trạng tai biến sạt lở bờ sông Hồng	50
II.5. Hiện trạng tai biến sạt lở bờ sông Lô - Chảy.	67
II.6. Hiện trạng tai biến sạt lở bờ sông Cầu - Thương	72
Chương III. NGUYÊN NHÂN, CƠ CHẾ HÌNH THÀNH VÀ PHÁT TRIỂN TAI BIẾN SẠT LỞ BỜ SÔNG	78
III.1. Các đặc điểm địa chất - địa mạo - Tân kiến tạo	79
III.2. Các đặc điểm khí tượng - thủy văn	92
III.3. Đặc điểm địa chất thủy văn	128
III.4. Đặc điểm đất đá cấu tạo bờ sông	143
III.5. Hoạt động của con người	152
III.6. Một số nguyên nhân chính gây sạt lở khu vực mép nước lòng hồ Hòa Bình	155

Chương IV. PHÂN VÙNG NGUY CƠ TAI BIẾN SẠT LỞ BỜ SÔNG	
KHU VỰC CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC	178
IV.1. Nguyên tắc và phương pháp phân vùng.	178
IV.2. Kết quả phân vùng nguy cơ sạt lở bờ sông	181
IV.3. Kết quả phân vùng nguy cơ trượt lở khu vực mép nước hồ Hòa Bình	184
Chương V. MỘT SỐ GIẢI PHÁP PHÒNG TRÁNH, GIẢM NHE THIỆT HẠI TAI BIẾN SẠT LỞ BỜ SÔNG	
KHU VỰC CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC	187
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	195
TÀI LIỆU THAM KHẢO	199

MỞ ĐẦU

Ở nước ta, phần lớn các tụ điểm dân cư và những vùng kinh tế - xã hội quan trọng thường tập trung ven các sông, nhất là các con sông lớn. Chính vì vậy, mọi biến động lớn nhỏ của dòng sông đều có ảnh hưởng trực tiếp đến các khu dân cư và các hoạt động kinh tế - xã hội của họ.

Hiện tượng sạt lở bờ sông ở nước ta trong những năm gần đây đã xảy ra khá phổ biến, trên diện rộng, diễn biến phức tạp và thực sự đã trở thành một loại hình tai biến thiên nhiên đáng được quan tâm. Sạt lở bờ sông, đặc biệt ở các con sông lớn trên khắp cả nước đã làm mất đi hàng nghìn hecta đất, đe dọa sự an toàn của nhiều cụm dân cư, trong đó có cả các thị trấn, thị tứ, thành phố và nhiều công trình kinh tế - xã hội quan trọng.

Các tỉnh miền núi phía Bắc, nơi địa đầu của Tổ quốc với đường biên giới trải dài hàng trăm kilômet, có một vị trí chiến lược đặc biệt quan trọng. Đây là nơi có nhiều đồng bào dân tộc ít người sinh sống, đời sống còn nhiều khó khăn và hiện đang là vùng trọng điểm xóa đói giảm nghèo của Đảng và Nhà nước. Tuy nhiên, ở khu vực này nhiều tai biến thiên nhiên lại thường xảy ra và đang có những diễn biến phức tạp, trong đó hiện tượng sạt lở bờ sông là một trong những loại hình tai biến đang được quan tâm nghiên cứu bởi lẽ khu vực này có hệ thống thủy văn phát triển, nhiều sông lớn như sông Đà, sông Hồng, sông Lô v.v... Thực tế trong những năm qua, hiện tượng sạt lở bờ sông vẫn thường xuyên xảy ra, có nhiều nơi rất nghiêm trọng. Sạt lở bờ sông đã làm mất đất canh tác ở nhiều nơi, hàng trăm hộ dân đã phải di dời hoặc mất nhà cửa và bị lâm vào hoàn cảnh rất khó khăn. Ở một số nơi sạt lở bờ sông còn trực tiếp đe dọa các tuyến đê ngăn lũ và tiềm ẩn những tai họa khôn lường. Nhà nước và nhân dân đã phải tiêu tốn không ít tiền của và công sức cho việc khắc phục các hậu quả do chúng gây ra. Thực tế trên cho thấy, việc nghiên cứu, đánh giá, dự báo tai biến sạt lở bờ sông là một vấn đề cấp thiết và

có ý nghĩa thực tiễn to lớn trong phát triển bền vững của khu vực. Trong khuôn khổ Đề tài độc lập cấp nhà nước: “*Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất lãnh thổ Việt Nam và giải pháp phòng tránh (giai đoạn II - Các tỉnh miền núi phía Bắc)*”, đề tài nhánh: “*Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông các tỉnh miền núi phía Bắc*” được đặt ra nhằm giải quyết các yêu cầu cấp thiết nói trên.

1. Mục tiêu của đề tài

- Đánh giá hiện trạng sạt lở bờ sông trên phạm vi các tỉnh miền núi phía Bắc.
- Nghiên cứu đánh giá nguyên nhân, cơ chế hình thành tai biến sạt lở bờ sông.
- Dự báo diễn biến của tai biến sạt lở bờ sông, đề xuất các giải pháp phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại do tai biến gây ra.

2. Nội dung nghiên cứu

- Điều tra đánh giá hiện trạng sạt lở bờ sông các tỉnh miền núi phía Bắc.
- Đánh giá thiệt hại, mức độ ảnh hưởng của tai biến sạt lở bờ sông các tỉnh miền núi phía Bắc.
- Nghiên cứu, phân tích các nguyên nhân, cơ chế hình thành tai biến.
- Phân vùng dự báo tai biến sạt lở bờ sông khu vực nghiên cứu.
- Đề xuất các giải pháp phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại do sạt lở bờ sông gây ra.

3. Các phương pháp nghiên cứu

3.1. Phương pháp thu thập, phân tích tổng hợp các tài liệu hiện có

Các phương pháp thu thập tài liệu hiện có đã được áp dụng gồm: thu thập các tài liệu liên quan đã công bố, tài liệu lưu trữ từ nhiều nguồn khác nhau, các số liệu của địa phương (các báo cáo của địa phương các cấp, số liệu của các Sở, Ban, Ngành liên quan). Đối với hiện tượng sạt lở bờ sông nội dung thu thập bao gồm: tình hình và diễn biến các tai biến sạt lở bờ sông ở các địa phương, mức độ thiệt hại, các giải pháp đã áp dụng và hiệu quả của chúng trong việc ngăn ngừa tai biến và khắc phục hậu quả của chúng.

3.2. Phương pháp điều tra khảo sát thực địa

Công tác thực địa bao gồm: khảo sát hiện trường, đo vẽ thực địa, mô tả chi tiết hiện trạng tai biến như: địa điểm, thời gian xảy ra tai biến, diễn biến theo thời gian, quy mô và mức độ thiệt hại, nguyên nhân và những giải pháp khắc phục đã áp dụng...; điều tra các thông tin liên quan từ các cấp chính quyền cũng như trong cộng đồng dân cư, khảo sát đo vẽ các đối tượng liên quan khác như: địa chất, địa mạo, thủy văn, địa chất công trình...

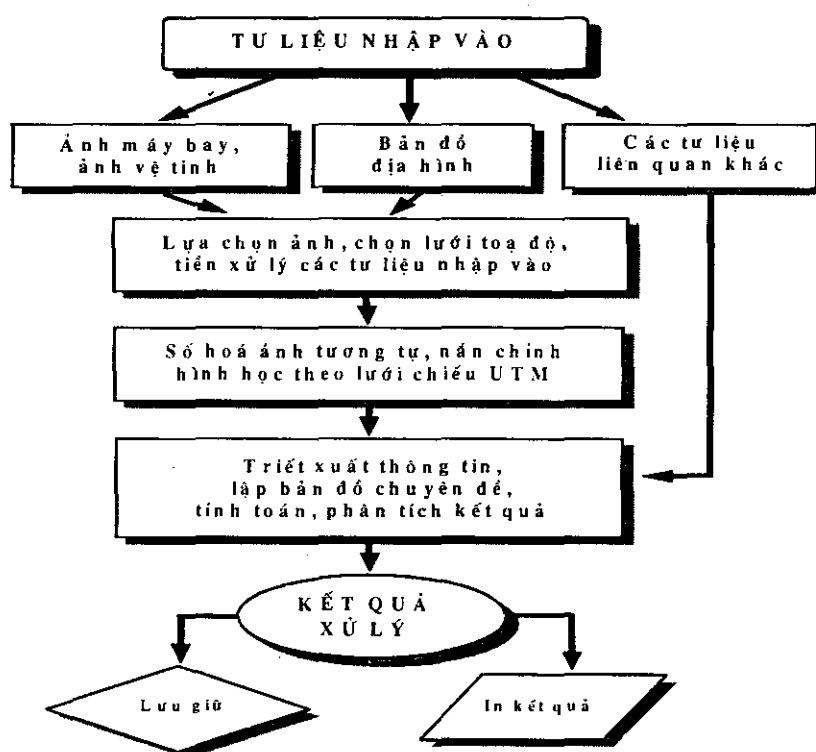
3.3. Phương pháp Viễn thám và Hệ thống tin địa lý (GIS)

Phương pháp Viễn thám và Hệ thống tin địa lý được sử dụng như là một công cụ đắc lực và thực tiễn đã cho thấy tính hiệu quả cao của nó đặc biệt là trong việc theo dõi quy luật biến động dòng chảy của sông theo thời gian. Bằng việc phân tích ảnh (máy bay, vệ tinh) chụp vào các thời điểm khác nhau trong nhiều năm ta có thể đánh giá được:

+ Biến động lòng sông theo không gian, thời gian và kèm theo nó là hiện tượng bồi sạt bờ sông. Hơn thế, dựa vào kết quả phân tích tư liệu viễn thám có thể đánh giá được, quy mô và quy luật tai biến sạt lở bờ sông.

+ Đặc điểm kiến tạo, Tán kiến tạo, các đứt gãy hoạt động và mối quan hệ của chúng với sự hình thành tai biến địa chất.

Tóm tắt quy trình xử lý thông tin từ ảnh và bản đồ địa hình được thể hiện trên sơ đồ H.1.



H.1. Sơ đồ tóm tắt quy trình xử lý thông tin ảnh và bản đồ

Trong xử lý thông tin ảnh và bản đồ, hệ qui chiếu VN-2000 (UTM) được chọn làm lưới chiếu chung cho các dữ liệu không gian. Các bức ảnh máy bay, ảnh vệ tinh chụp trong các thời gian khác nhau, không giống nhau về độ phân giải không gian và nhất là sự biến dạng hình học của chúng được nắn chỉnh thống nhất theo lưới chiếu UTM (hệ tọa độ quốc gia VN-2000). Các dữ

liệu ảnh tương tự (ảnh in trên giấy) được quét và chuyển sang dữ liệu số, sau đó xử lý trên các phần mềm khác nhau như PCI, Microstation, Arcview, ILWIS, Photoshop và Map/Info... nhằm đảm bảo lưu giữ đúng các thông tin về hiện trạng và độ chính xác hình học. Các kết quả xử lý cuối cùng được chuyển đổi sang khuôn dạng (format) ảnh bitmap, khuôn dạng của phần mềm MapInfo để lưu giữ cũng như biên tập và in các bản đồ chuyên đề.

Các kết quả phân tích các tư liệu về bản đồ và ảnh đã được kiểm chứng lại trên hiện trường bằng các tuyến điều tra khảo sát thực địa và đối chiếu phân tích với các tư liệu đã được nghiên cứu kết luận thuộc các lĩnh vực có liên quan.

3.4. Phương pháp tổng hợp xử lý số liệu

Các số liệu điều tra nghiên cứu của đề tài cũng như các số liệu thu thập được từ các nguồn khác nhau đã được phân tích xử lý và tổng hợp một cách khách quan trên cơ sở kết hợp các phương pháp truyền thống và các phương pháp hiện đại dựa vào một số phần mềm mạnh: Mapinfor, Illwis.v.v. Trong quá trình thực hiện đề tài, công nghệ GIS được tận dụng khai thác một cách triệt để từ nghiên cứu hiện trạng, đánh giá nguyên nhân đến việc xây dựng các sơ đồ dự báo tai biến.

4. Cơ sở tài liệu xây dựng báo cáo

Báo cáo được xây dựng trên cơ sở các tài liệu chính sau:

4.1. Các tài liệu thu thập từ các nguồn khác nhau

- Bản đồ địa chất ở các tỷ lệ 1:500.000, 1:200.000, 1:100.000, đối với các khu vực khảo sát chi tiết là 1:50.000.
- Bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000.

- Bản đồ hành chính khu vực nghiên cứu (đến cấp xã) tỷ lệ 1:500.000.
- Bản đồ đới đứt gãy hoạt động.
- Bản đồ mạng sông suối (theo lưu vực cấp II).
- Các số liệu quan trắc khí tượng thủy văn của Tổng cục Khí tượng thủy văn.
- Các tài liệu đã công bố khác.

4.2. Các tài liệu do chính đề tài tạo ra

- Các tài liệu do chính quyền và các ban ngành liên quan của các địa phương cung cấp, các số liệu điều tra trong cộng đồng dân cư.
- Các tài liệu, số liệu khảo sát và đo vẽ hiện trạng tai biến sạt lở bờ sông trong quá trình triển khai thực địa.
- Các tài liệu khảo sát về địa chất, địa mạo, kiến tạo, địa chất thủy văn, địa chất công trình.
- Các mặt cắt, bản ảnh minh họa các nội dung nghiên cứu.
- Kết quả nghiên cứu bằng phương pháp viễn thám và hệ thống tin địa lý. Các tư liệu sử dụng trong nghiên cứu bằng phương pháp viễn thám bao gồm: ảnh máy bay, ảnh vệ tinh SPOT, Landsat ETM, bản đồ địa hình nhiều thời kỳ... ghi nhận hiện trạng của lòng sông ở những thời gian khác nhau từ năm 1949 đến 2001.

+ *Bản đồ địa hình UTM* xuất bản năm 1965 và được tái bản vào các năm 1975, 1982, 1994 và 1997 do Cục Bản đồ Bộ tổng tham mưu QĐNDVN thực hiện. Trong các lần tái bản sau này, trên các bản đồ mới có hiệu chỉnh địa danh và bổ xung một số tuyến giao thông mới, nhưng địa hình cơ bản vẫn giữ nguyên hiện trạng năm 1965. Thông tin về hiện trạng lòng sông năm 1965 được khai thác, sử dụng trong nghiên cứu và hệ lưới chiếu UTM được dùng

làm cơ sở trong nắn chỉnh hình học các bức ảnh máy bay và ảnh vệ tinh khác khi thành lập các bản đồ chuyên đề về sạt lở bờ sông và bồi lấp lòng dẫn sông.

+ *Bản đồ địa hình lưới chiếu Bonne (tỷ lệ 1/100.000)* Do Cục Bản đồ Đông Dương (Service Géographique de l'Indochine - thuộc Pháp) xuất bản trước năm 1953 (phần hạ lưu sông Thao). Các tờ bản đồ nguyên gốc được đo vẽ và xuất bản trong những năm 1900 - 1905; trong các đợt tái bản sau đó được hiệu chỉnh bằng ảnh máy bay. Nguồn tư liệu này do Tổng cục Địa chính (Việt Nam) và IGN (Viện Địa lý Quốc gia - C.H Pháp) cung cấp trong khuôn khổ các dự án nghiên cứu khoa học

+ *Ảnh vệ tinh SPOT- 1 chụp ngày 27/1/1987 (ảnh đa phổ XS)*. Ảnh phủ từ khu vực hợp lưu các nhánh sông chính tới thành phố Hà Nội. Độ phân giải không gian (cỡ pixel) của ảnh mẫu tổ hợp gốc ban đầu là 20m. Các bức ảnh Spot được nắn chỉnh hình học theo bản đồ địa hình UTM (hệ toạ độ VN - 2000).

+ *Ảnh vệ tinh Landsat chụp các năm 1993, 1999, 2001(ảnh đa phổ, đầu thu ETM)*. Ảnh do Viện Nghiên cứu và ứng dụng Viễn thám Canada (IRS) cung cấp. Cảnh ảnh sử dụng có số hiệu 127- 045 gồm 7 kênh với độ phủ mặt đất là 185 x 185km. Độ phân giải không gian của ảnh ETM là 30m. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng ảnh tổ hợp mẫu từ các kênh 2- 3- 4 và ảnh đen trắng từ kênh 5. Ba kênh ảnh ETM 2, 3, 4 nằm trong dải phổ tương tự như trong ba kênh XS 1, 2, 3 của ảnh Spot nêu trên. Các cửa sổ ảnh Landsat được nắn chỉnh hình học theo hệ toạ độ Việt Nam VN- 2000 trước khi giải đoán và triết xuất thông tin.

+ *Tập Atlas điện tử Việt Nam*

4.3. Các tài liệu khác

Ngoài các tài liệu nói trên đề tài còn kế thừa các tài liệu của các đề tài, đề án do Viện Địa chất thực hiện trong nhiều năm qua như: Đề án: “Nghiên cứu thiên tai nứt đất lãnh thổ Việt Nam”, “Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất lãnh thổ Việt Nam và các giải pháp phòng tránh”, “Nghiên cứu đánh giá các tai biến địa chất và ảnh hưởng của chúng ở khu vực ven sông Hồng thuộc các tỉnh Phú Thọ, Vĩnh Phúc, Hà Tây”.v.v...

Các tác giả chân thành biết ơn TS. Trần Trọng Huệ, Viện trưởng, chủ nhiệm đề tài đã cho phép tham gia và tạo mọi điều kiện thuận lợi trong quá trình thực hiện đề tài. Trong quá trình thực hiện đề tài các tác giả còn nhận được sự giúp đỡ và hợp tác nhiệt tình của các cơ quan: UBND tỉnh, Sở KHCN & MT, Sở NN & PTNT, Ban Phòng chống lụt bão và Quản lý đê điều v.v... của các tỉnh Bắc Giang, Bắc Kạn, Cao Bằng, Hà Giang, Hòa Bình, Lai Châu, Lạng Sơn, Lào Cai, Phú Thọ, Quảng Ninh, Sơn La, Thái Nguyên, Tuyên Quang, Yên Bái, các đồng nghiệp trong và ngoài Viện Địa chất. Tập thể tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành đến các đơn vị và cá nhân nêu trên.

Chương I

ĐẶC ĐIỂM TỰ NHIÊN - KINH TẾ XÃ HỘI KHU VỰC CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC

1.1. Đặc điểm tự nhiên

1.1.1. Vị trí địa lý

Vùng núi phía Bắc nằm ở phần cực bắc của nước ta trong phạm vi từ khoảng 20°15' vĩ độ bắc trở lên đến 23°25' (điểm cực bắc thuộc huyện Đồng Văn, Hà Giang)(H.I.1). Phía bắc là toàn bộ biên giới với Trung Quốc dài 1281km, phía tây giáp Lào, phía đông giáp Biển Đông, phía nam giáp đồng bằng Bắc Bộ. Theo các đặc điểm tự nhiên, khu vực miền núi phía Bắc nước ta được chia thành hai vùng rõ rệt: vùng Đông Bắc và vùng Tây Bắc với sông Hồng là ranh giới. Tuy nhiên, theo phân vùng quy hoạch kinh tế hiện nay thì vùng Đông Bắc bao gồm các tỉnh Quảng Ninh, Lạng Sơn, Cao Bằng, Bắc Kạn, Thái Nguyên, Yên Bái, Lào Cai, Hà Giang, Tuyên Quang, Phú Thọ và Bắc Giang với diện tích là 65326 km², vùng Tây Bắc bao gồm 4 tỉnh: Hòa Bình, Sơn La, Điện Biên và Lai Châu với diện tích 35.627km². Tổng diện tích của khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc là 100.953km².

1.1.2. Đặc điểm địa hình - địa mạo

Địa hình khu vực miền núi phía Bắc nước ta phân cắt, phân bậc rất phức tạp từ núi cao ở phía bắc và tây bắc đến đồi thấp ở phần đông nam. Ở khu vực Hòa Bình, Phú Thọ, nam Yên Bái, nam Tuyên Quang, Thái Nguyên và Bắc Giang chủ yếu là vùng đồi thoải. Nhìn chung địa hình khu vực này có hướng nghiêng chung tây bắc - đông nam.

Vùng Đông Bắc có địa hình không cao so với vùng Tây Bắc và có nhiều dãy núi hình cánh cung bao quanh khối núi vòm sông Chảy mở rộng về phía bắc, quay mặt lõm về phía đông và chụm lại ở Tam Đảo. Đó là các cánh cung Sông Gâm, Ngân Sơn, Bắc Sơn và Đông Triều. Ở phía tây bắc giáp với biên giới Việt - Trung có một số đỉnh núi cao trên 2.000m như Tây Côn Lĩnh: 2.431m, Kiều Liêu Ti: 2.403m, Pu Ta Ca: 2.274m. Trong vùng còn phổ biến các mức địa hình ở các độ cao khác nhau như: 1.500m, 900 - 1.000m, 500 - 600m, 100 - 150m. Ngoài các cánh đồng phì nhiêu ở phía nam thuộc phần phía bắc của châu thổ sông Hồng, trong vùng còn có nhiều cánh đồng trù phú là các trũng giữa núi như: Lục Yên, Đoan Hùng, Tuyên Quang, Cao Bằng, Thất Khê v.v...

Vùng Tây Bắc là miền núi cao, hiểm trở, địa hình phân cắt mạnh bao gồm hàng loạt các dãy núi chạy theo hướng tây bắc - đông nam so le nhau, đồ sộ nhất là dãy Hoàng Liên Sơn. Phần phía bắc là những dãy núi cao phân định biên giới Việt - Trung với các đỉnh Phu Tu Lum (2.090m), Phu La Sin (2.348m), Phu Nam San (2.453m), Phu Đen Đình (2.181m), Phu Si Lung (3.076m) v.v... Phía đông và đông bắc là dãy Hoàng Liên Sơn hùng vĩ, cao nhất nước ta và cả khu vực Đông Dương với đỉnh Phanxipan 3.143m. Phía tây và tây nam là các dãy núi cao kế tiếp nhau, phân định biên giới Việt - Lào như Phu Đen Đình với các đỉnh Khoang La Xan (1.865m), San Cho Cay (1.943m) v.v... và các dãy núi khác. Tiếp đến là dãy Phu Cang Long với các đỉnh có độ cao tới 1.500m. Vùng Tây Bắc không có các vùng đồi thấp, trung du rõ nét như vùng Đông Bắc, tuy nhiên ở đây cũng có nhiều cánh đồng là các trũng giữa núi như Than Uyên, Nghĩa Lộ, Quang Huy và lớn nhất là Điện Biên dài gần 20km, chỗ rộng nhất tới 5 - 6km.

Trên cả hai vùng dạng địa hình cao nguyên đá vôi khá phát triển, tiêu biểu là dải núi đá vôi kéo dài từ cao nguyên Đồng Văn (Hà Giang) sang Cao

Bằng đến Lạng Sơn, dãy cao nguyên đồ sộ từ Sìn Hồ (Lai Châu) kéo dài đến Mai Châu (Hòa Bình).

1.1.3. Khí hậu

Do đặc điểm tự nhiên như đã nói ở trên, khí hậu ở hai vùng Đông Bắc và Tây Bắc cũng có nhiều nét khác nhau.

Mặc dù lãnh thổ nước ta nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới nhưng Đông Bắc là nơi chịu ảnh hưởng mạnh nhất của gió mùa Đông Bắc, là nơi có mùa đông lạnh nhất ở nước ta. Nhiệt độ trung bình tháng I thường dưới 17°C (Cao Bằng: 13,5°, Lạng Sơn: 13,7°, Bắc Kạn: 14,8°, Móng Cái: 15,3°). Mùa đông ở vùng Đông Bắc thường đến sớm và kết thúc muộn hơn so với các vùng khác. Mùa đông có mưa phùn nhưng thời tiết lạnh khô, lượng mưa không đáng kể thường gây ra hiện tượng thiếu nước nghiêm trọng đối với cây trồng. Sang mùa hạ, gió từ Biển Đông thổi vào đã mang đến cho vùng này một lượng mưa phong phú. Ở những nơi có địa hình đón gió như Bắc Quang (Hà Giang), Tam Đảo, Móng Cái lượng mưa lên tới trên 2.500mm, còn ở những nơi khuất gió như Lạng Sơn, Đình Lập lượng mưa cũng thường xấp xỉ 1.500mm.

Ở vùng Tây Bắc, do nằm sâu trong lục địa, lại có các dãy núi phương tây bắc - đông nam che chắn nên ảnh hưởng của mưa bão Biển Đông trong mùa hè và gió mùa đông bắc về mùa đông ít hơn so với vùng Đông Bắc. Mùa đông thường đến muộn hơn và kết thúc sớm hơn, thường chỉ kéo dài khoảng 3 tháng với nhiệt độ trung bình dưới 18°C. Ngay cả khi gió mùa đông bắc tràn tới, nhiệt độ ở đây cũng cao hơn vùng Đông bắc tới 1 - 2°C (so cùng độ cao). Mùa đông ở đây không có mưa phùn như ở vùng Đông Bắc. Mùa hạ thường đến sớm, kéo dài từ tháng 5 đến tháng 9, gió tây nam thường phải vượt qua những dãy núi cao ở biên giới Việt - Lào gây nên thời tiết khô nóng (gió Lào). Khu vực Tây Bắc có lượng mưa lớn, trung bình từ 1.800 - 2.500mm/năm. Do

ảnh hưởng của địa hình nên lượng mưa trên một số khu vực cũng khác nhau: Mường Tè, Sìn Hồ - 2.400 - 2.800mm, Phong Thổ - 1.800 - 2.000mm, các cao nguyên Sơn La, Mộc Châu - 1.600 - 1.800mm, Điện Biên - 1.583mm, Sông Mã - 1.185mm và Kim Bôi - 2.256mm.

Nhìn chung trên cả hai vùng Đông Bắc và Tây Bắc, lượng mưa phân phối không đều trong năm, thường tập trung vào các tháng mùa hè (trên 80%) lượng mưa cả năm (xem chương III). Tháng 7, tháng 8 có lượng mưa lớn nhất, thường gây ra lũ lụt, ngược lại mùa đông thời tiết khô hanh, ít mưa thường gây ra tình trạng thiếu nước, ảnh hưởng đến cây trồng vật nuôi, thậm chí cả đời sống của con người. Nhiều khu vực cấp nước sinh hoạt nhân dân đang trở thành vấn đề rất cấp bách.

1.1.4. Hệ thống thủy văn

Hệ thống sông ngòi trên phạm vi các tỉnh miền núi phía Bắc nước ta khá phát triển, nhiều sông suối, trong đó lớn nhất là sông Hồng, Đà và Lô. Mật độ sông, suối lớn. Phần lớn các sông chảy theo hai hướng chính. Hướng tây bắc - đông nam gồm các sông Hồng, Đà, Lô, Chảy và các phụ lưu, phần thượng nguồn sông Mã, sông Bôi và một số sông nhỏ khác. Hướng vòng cung, song song với các cánh cung ở phần Đông Bắc có các sông Gâm, Cầu, sông Thương và sông Lục nam. Ngoài ra còn có một hệ thống sông nhỏ, ngắn dốc dọc bờ biển Quảng Ninh (H.1.2).

Sông Đà bắt nguồn từ dãy núi Vũ Lương (Vân Nam, Trung Quốc) với tổng chiều dài 1010 km, phần chảy trên đất Việt Nam dài 570 km. Từ Lai Châu đến Hoà Bình sông Đà chảy song song với sông Thao theo hướng Tây Bắc- Đông Nam. Từ Hoà Bình gặp núi Ba Vì, sông Đà đổi theo hướng Nam-Bắc và hợp lưu với sông Thao tại Trung Hà rồi đổ vào sông Hồng. Diện tích lưu vực tổng cộng 52.900 km², trong đó phần trên đất Việt Nam 26.800 km².

Đặc điểm chung của sông Đà là sự phân phối nước không đều giữa các mùa. Mùa lũ kéo dài từ tháng V đến tháng X, chiếm tới 80% tổng lượng dòng chảy, lũ lớn nhất vào tháng VII và VIII. Mùa cạn từ tháng XI đến tháng IV. Lưu lượng bình quân nhiều năm (tại trạm Hòa Bình) là $1.800\text{m}^3/\text{s}$, về mùa lũ là $21.000\text{ m}^3/\text{s}$, mùa kiệt là $1.608\text{ m}^3/\text{s}$. Sông Đà từ năm 1987, sau khi có đập thủy điện Hòa Bình, trên thực tế được chia thành 2 đoạn: Đoạn từ đập Hòa Bình ngược về phía thượng lưu đến khu vực Mường La thuộc lòng hồ Hòa Bình và đoạn từ đập thủy điện đến hợp lưu Thao - Đà.

Sông Bôi có chiều dài 125km, bắt nguồn từ vùng núi Đồi Thơi, Đồi Bù và một số núi thấp ở phía đông tỉnh Hòa Bình. Sông chảy qua Kim Bôi, Lạc thủy rồi đổ vào sông Hoàng Long (Ninh Bình).

Sông Hồng (phần nằm trong phạm vi các tỉnh miền núi phía Bắc gọi là sông Thao). Bắt nguồn từ hồ Đại Lý thuộc dãy núi Ngụy Sơn (Vân Nam, Trung Quốc) cao trên 2.700m. Phần trên lãnh thổ Trung Quốc được gọi là sông Nguyên. Khi chảy vào lãnh thổ Việt Nam từ Lào Cai đến Việt Trì gọi là sông Thao có chiều dài 332 km. Lòng sông rất dốc, nhiều thác ghềnh. Từ thành phố Man Hoa (Trung Quốc) đến thành phố Việt Trì, dòng chảy theo hướng Tây Bắc- Đông Nam, lưu vực thu hẹp giữa hai dãy núi cao là Hoàng Liên Sơn và Con Voi đến khu vực Việt Trì lòng sông được mở rộng và uốn khúc. Tổng diện tích lưu vực sông Thao là 51.800 km^2 , riêng phần trên lãnh thổ Việt Nam là 12.000 km^2 với mật độ lưới sông khoảng $1\text{ km}/\text{km}^2$. Sông Hồng là sông lớn nhất miền Bắc nước ta, có lưu lượng lớn. Lưu lượng trung bình nhiều năm tại trạm Yên Bái là $790\text{m}^3/\text{s}$, tại trạm Sơn Tây là $3650\text{m}^3/\text{s}$.

Sông Lô bắt nguồn từ Vân Nam (Trung Quốc), phân chảy trên đất Trung Quốc được gọi là sông Bàn Long. Đoạn chảy trên đất Việt Nam từ Hà Giang đến điểm hợp lưu với sông Hồng tại Việt Trì dài 275 km. Tổng diện tích lưu vực 39.000 km^2 , riêng phần trên lãnh thổ Việt Nam là 22.600 km^2 với

mật độ sông suối 0,98 km/km². Lưu lượng dòng chảy khá lớn nhưng có sự chênh lệch rất lớn giữa các mùa trong năm, giữa năm này với năm khác. Lưu lượng lớn nhất 11.700 m³/s, nhỏ nhất 128 m³/s. Sông Lô có các phụ lưu chính là sông Chảy, sông Gâm và sông Phó Đáy. **Sông Gâm** cũng bắt nguồn từ Vân Nam (Trung Quốc) dài 297km, qua Cao Bằng, Hà Giang, Tuyên Quang và đổ vào sông Lô ở Tứ Quận, Yên Sơn (Tuyên Quang). Phần chảy trên nước ta dài 217km. **Sông Phó Đáy** bắt nguồn từ núi Tam Tao thuộc huyện Chợ Đồn (Bắc Kạn) dài 170km, chảy qua các huyện Yên Sơn, Sơn Dương (Tuyên Quang), Lập Thạch (Vĩnh Phúc) rồi đổ vào sông Lô ở khu vực gần hợp lưu sông Lô và sông Hồng. Sông Phó Đáy có lưu lượng không lớn, sông hẹp. **Sông Chảy** bắt nguồn từ dãy Tây Côn Lĩnh chảy qua các huyện phía tây của Hà Giang, qua Yên Bái rồi đổ vào sông Lô ở Đoan Hùng (Phú thọ). Phần hạ lưu có hồ và nhà máy thủy điện Thác Bà (công suất 108 MW). Hồ Thác Bà có chiều dài 80km, rộng 8 - 12km có chỗ sâu tới 42m, dung tích 2,9 tỷ m³.

Sông Cầu bắt nguồn từ Bắc Kạn, chảy qua Thái Nguyên, sang huyện Hiệp Hòa, chạy quanh co và là ranh giới tự nhiên giữa Bắc Giang và Bắc Ninh rồi đổ vào sông Lục Nam ở gần Phả Lại. Chiều dài tổng cộng trên 368km.

Sông Thương bắt nguồn từ dãy Na Pha Phước (Lạng Sơn) chảy qua Bắc Giang và gặp sông Lục Nam ở ngã ba Nhãn (Yên Dũng, Bắc Giang), dài 157km. Nhìn chung sông có lòng hẹp, phần từ thị xã Bắc Giang về xuôi lòng sông rộng 70 - 120m.

Sông Lục Nam bắt nguồn từ Đình Lập (Lạng Sơn) dài 175 km, chảy qua các huyện Sơn Động, Lục Ngạn, Lục Nam và gặp sông Thương ở ngã ba Nhãn. Sông có lòng hẹp, phần hạ lưu rộng trên 100m sâu tới 4 - 5m.

Đặc điểm thủy văn của các sông chính sẽ được mô tả chi tiết ở phần sau.

Bảng I.1. Một số đặc trưng hình thái của hệ thống thủy văn các tỉnh miền núi phía Bắc (Theo Lê Thông và nnk, 2003)

Sông	Diện tích lưu vực (km ²)		Độ dài sông (km)		Mật độ lưới sông (km/km ²)	Độ dốc trung bình (‰)
	Tổng cộng	Việt Nam	Tổng cộng	Việt Nam		
Đà	52.900	26.800	1010	570	-	
Thao	51.800	12.100	902	332	1,0	2,99
Lô	39.000	22.600	470	275	0,98	1,97
Hồng	155.000	72.800	1126	556	-	-
Sông Cầu	6.030	6.030	368	368	0,95	1,61
Sông Thương	6.650	6.650	157	157	0,82	1,33
Sông Lục Nam	3.070	3.070	175	175	0,94	1,65

Các sông ở vùng Đông bắc thường có thung lũng rộng, độ dốc tương đối nhỏ, lưu lượng lớn, nhiều sông là những đường giao thông thủy rất quan trọng. Các sông thường có lượng phù sa lớn, nhất là sông Hồng. Các sông ở vùng Tây Bắc, ngược lại thường có thung lũng hẹp hơn, độ dốc lớn hơn, nhiều thác ghềnh. Tuy không thuận lợi cho giao thông vận tải nhưng giá trị về thủy điện lại rất lớn. Nhà máy thủy điện Hòa Bình trên sông Đà với công suất 190 MW có tầm cỡ lớn vào loại nhất Đông Nam Á và sắp tới đây cũng trên sông này nhà máy thủy điện Sơn La có công suất lớn hơn nhiều sẽ được xây dựng. Nhìn chung sông ngòi ở vùng Tây Bắc thường có lượng phù sa nhỏ.

1.1.5. Tài nguyên thiên nhiên

Khu vực miền núi phía Bắc là một trong những vùng giàu tài nguyên thiên nhiên nhất của nước ta. Đây là khu vực khai thác khoáng sản lớn nhất và

quan trọng nhất. **Khoáng sản kim loại** đáng chú ý có thiếc ở Tĩnh Túc (Cao Bằng), Sơn Dương (Tuyên Quang); chì - kẽm ở Bắc Kạn, Tuyên Quang, Tú Lệ; antimon ở Hà Giang, Tuyên Quang, Quảng Ninh; đồng ở Sinh Quyền (Lào Cai), đồng - niken ở Bản Phúc; vàng ở Bắc Kạn, Cao Bằng... Ngoài ra còn có thủy ngân, boxit, sắt, titan, wonfram và nhiều khoáng sản khác. Trong **khoáng sản phi kim** đáng kể nhất là than đá, trong đó bể than Quảng Ninh là vùng mỏ than antracit trữ lượng lớn, chất lượng tốt, hàng năm cung cấp hàng chục triệu tấn than cho Tổ Quốc. Ngoài ra than còn có ở Phấn Mễ (Thái Nguyên), Na Dương (Lạng Sơn). Loại khoáng sản phi kim quan trọng thứ hai là apatit ở Lào Cai. Đây là mỏ được đánh giá vào loại lớn của thế giới với trữ lượng khoảng 2,1 tỷ tấn. Ngoài ra còn có nguồn nguyên liệu dồi dào cho ngành công nghiệp vật liệu xây dựng, các ngành hóa chất và các khoáng sản phi kim khác. Trong số hơn 10 triệu ha đất tự nhiên của khu vực, đất lâm nghiệp (bao gồm đất rừng, đất có rừng) chiếm chủ yếu. Ngoài ra diện tích đất chưa sử dụng ở khu vực còn khá lớn, nhất là các vùng núi cao (bảng I.2). Rõ ràng là, khu vực miền núi phía Bắc nước ta là một vùng rất có tiềm năng phát triển kinh tế, nhưng chưa được khai thác một cách tốt nhất.

1.2. Đặc điểm kinh tế - xã hội

1.2.1. Dân cư

Tính đến năm 2002 tổng số dân của các tỉnh miền núi phía Bắc là 11.535.000 người, mật độ trung bình 114 người/km² ở mức thấp so với mật độ trung bình của cả nước (240 người/km²). Tuy nhiên phân bố dân cư rất không đều giữa các tỉnh, các vùng khác nhau. Các tỉnh Bắc Giang, Thái Nguyên và Phú Thọ có mật độ dân số trên 300 người/km², trong khi đó tỉnh Lai Châu chỉ có 31 người/km². Ở vùng Đông Bắc mật độ dân số là 104 người/km², còn ở vùng Tây Bắc lại chỉ có 67 người/km² (xem bảng I.3).

Bảng I.2. Hiện trạng sử dụng đất của một số tỉnh miền núi phía Bắc

Tỉnh	Diện tích (nghìn ha)	Trong đó (nghìn ha)				
		Đất nông nghiệp	Đất lâm nghiệp	Chuyên dụng	Đất thổ cư	Đất chưa sử dụng
Bắc Giang	382,2	101,7	124,7	51,6	11,3	92,9
Bắc Kạn	479,6	23,7	264,1	9,3	1,7	180,8
Cao Bằng	669,3	64,7	263,5	6,6	2,3	332,2
Hà Giang	788,5	105,7	279,5	4,2	6,0	392,2
Lạng Sơn	818,6	109,3	243,3	19,1	9,7	437,2
Lào Cai	804,4	85,4	247,3	11,6	4,1	456,0
Phú Thọ	350,5	89,5	84,5	20,0	6,4	150,1
Thái Nguyên	376,9	76,7	149,7	19,6	8,2	122,7
Tuyên Quang	582,0	62,1	324,4	12,9	5,3	177,3
Yên Bái	688,3	66,7	258,7	28,4	3,7	330,7
Lai Châu*	1691,9	150,5	464,7	8,8	3,9	1064,0

Ghi chú: Số liệu năm 1999 (theo Địa lý các tỉnh và thành phố Việt Nam, Lê Thông - chủ biên, 2003). * - Lai châu cũ, số liệu gần đúng.

Trên địa bàn các tỉnh miền núi phía Bắc người Kinh vẫn chiếm số lượng đông nhất, nhưng có tới gần 30 trên tổng số 54 dân tộc anh em của nước ta cư trú với khoảng 1/2 số dân của các tộc người thiểu số trong toàn quốc. Cộng đồng các dân tộc ít người ở các tỉnh miền núi phía Bắc gồm các dân tộc: Tày, Thái, Mường, Nùng, H'Mông, Dao, Sán Chay (Cao Lan), Sán diu, Khơ Mú, Giáy, Hà Nhì, Lào, Xinhmun, La Chí, Phù Lá, La Hủ, Kháng, Lự, Pà Thẻn, Lô Lô, Mảng, Bố Y, Co Lao, Laha, Cống, Ngái, Sila, Pú Páo (Lê Thông v.n.n.k, 2003). Vùng Đông Bắc là địa bàn cư trú chủ yếu của người Tày, Nùng, H'Mông, Dao, vùng Tây Bắc là khu vực sinh sống chủ yếu của người

Thái, Mường, H'Mông, Tày, Nùng... Trong số các tộc người thiểu số ở phía Bắc, đông đảo hơn cả là người Tày, người Thái, người Mường, người Nùng, người H'Mông và người Dao.

Bảng.I.3. Đặc điểm phân bố dân cư theo tỉnh khu vực miền núi phía Bắc

Tỉnh	Diện tích (km ²)	Dân số	Mật độ (người/km ²)
Sơn La	14.055	938.700	67
Lai Châu	7.365,123	227.600	31
Điện Biên	9.544,097	440.300	46
Hòa Bình	4.663	782.600	168
Lào Cai	8.057	628.700	78
Yên Bái	6.883	707.300	103
Phú Thọ	3.519	1.310.400	372
Tuyên Quang	5.868	702.900	120
Hà Giang	7.884	637.700	81
Cao Bằng	6.691	505.700	76
Bắc Kạn	4.857	286.300	59
Lạng Sơn	8.305	719.300	87
Thái Nguyên	3.541	1.072.800	303
Bắc Giang	3.822	1.534.900	402
Quảng Ninh	5.899	1.039.800	176
Tổng cộng	100.953,2	11.535.000	Bình quân 114

*Theo số liệu của Tổng cục Thống kê (2002) (trích dẫn theo <http://www.vietnamtourism.com.vn>)

Theo số liệu của Tổng cục Thống kê (2002), phần lớn dân số của các tỉnh miền núi phía Bắc cư trú ở khu vực nông thôn (82%) và sống bằng nghề nông, chỉ có 12% dân số sống ở khu vực thành thị. Điều đó chứng tỏ mức độ đô thị hóa còn rất thấp, phản ánh trình độ phát triển kinh tế chung còn thấp.

1.2.2. Kinh tế

Khu vực miền núi phía Bắc nước ta là một trong những vùng kinh tế kém phát triển, trong đó có các tỉnh như Hà Giang, Lai châu thuộc vào hàng các tỉnh nghèo nhất cả nước. GDP của các tỉnh miền núi phía Bắc nhìn chung còn thấp, phần lớn vẫn phải dựa vào ngân sách nhà nước, đời sống của đại đa số nhân dân còn rất nhiều khó khăn, đặc biệt ở các vùng sâu, vùng xa. Thu nhập bình quân đầu người còn rất thấp (năm 1997 khoảng 2 triệu đồng/người/năm). Các ngành kinh tế chính:

Công nghiệp gồm các ngành chính: khai khoáng, luyện kim, cơ khí, hóa chất, phân bón, vật liệu xây dựng và một số ngành công nghiệp nhẹ như gỗ giấy, mía đường v.v... Phần lớn các ngành công nghiệp tập trung ở vùng Đông Bắc, công nghiệp ở vùng Tây Bắc còn rất nhỏ bé (trừ thủy điện Hòa Bình). Ngoài một số khu vực tập trung khai thác khoáng sản đã có từ thời Pháp thuộc như apatit (Lào Cai), thiếc (Tĩnh Túc), than (Quảng Ninh) hiện nay đã hình thành nhiều khu vực tập trung công nghiệp như Việt Trì, Lâm Thao - Phú Ninh (Phú Thọ), Thái Nguyên - Lưu Xá, Gò Đăm - Phổ Yên (Thái Nguyên), Bắc Giang v.v... Ngoài ra, trên hầu hết các tỉnh đã bắt đầu hình thành các khu công nghiệp.

Nông, lâm, ngư nghiệp: chủ yếu là trồng trọt, trong đó cây lương thực vẫn giữ vị trí hàng đầu. Đã bắt đầu hình thành một số vùng chuyên canh, theo hướng sản xuất hàng hóa như chè (Thái Nguyên, Tuyên Quang, Phú Thọ, Yên Bái, Mộc Châu), cây ăn quả (cam: Hà Giang, vải: Lục Ngạn (Bắc Giang),

mận: Bắc Hà, Mộc Châu, hồng: Lạng Sơn) v.v... Ở vùng núi cao phát triển trồng các cây thuốc như đỗ trọng, kỷ tử, ý dĩ (Hà Giang, Cao Bằng, Lào Cai...), hoặc các cây hương liệu quý như hồi (Lạng Sơn), thảo quả (Lào Cai, Hà Giang), quế (Yên Bái)... Vùng Tây Bắc có thể mạnh về chăn nuôi gia súc lớn như trâu giống ở huyện Sông Mã, trâu đàn của người Thái, Mường, bò sữa ở Mộc Châu, ngoài ra còn có cừu, dê, ngựa v.v... Là một vùng có diện tích đất lâm nghiệp rất lớn lại có nhiều loại gỗ quý nhưng trong thực tế diện tích đất có rừng còn thấp do nạn khai thác bừa bãi và phá rừng làm nương rẫy trước đây. Trong nhiều năm qua các tỉnh miền núi phía Bắc nước ta đã có nhiều cố gắng trong việc phủ xanh đất trống đồi núi trọc. Đã hình thành một số vùng sản xuất cây nguyên liệu giấy như Tuyên Quang, Hà Giang, Yên Bái, gỗ trụ mỏ ở Bắc Giang, Lạng Sơn, Quảng Ninh. Trong lâm nghiệp ngày càng xuất hiện nhiều mô hình vườn rừng, vườn đồi, gắn việc phát triển cây lấy gỗ với cây công nghiệp, cây ăn quả và chăn nuôi, gắn lâm nghiệp với nông nghiệp.

Du lịch, dịch vụ: là một vùng có tiềm năng rất lớn về du lịch, có nhiều danh lam thắng cảnh, đang ngày càng thu hút khách du lịch trong và ngoài nước. Đó là di sản thiên nhiên thế giới vịnh Hạ Long nổi tiếng; bãi biển Trà Cổ; nhiều hồ nước lớn với cảnh quan hấp dẫn như Ba Bể, Núi Cốc; Sa Pa ở độ cao 1.500m với khí hậu và phong cảnh tuyệt vời; các thác nước nổi tiếng như Bản Giốc, Đâu Đăng hoặc các cánh rừng già nguyên sinh như vườn Quốc gia Ba Bể. Trong vùng còn có nhiều di tích lịch sử nổi tiếng như Đền Hùng, ATK, Pắc Bó, Điện Biên Phủ... Ngoài ra, nhờ tính đa dạng về tự nhiên và phong phú về văn hóa, vùng núi phía Bắc ngày càng trở nên một vùng du lịch sinh thái, du lịch văn hóa quan trọng.

Mạng lưới giao thông gồm các quốc lộ quan trọng như QL1, QL6, QL2, QL3, QL32, QL4, QL18 v.v... và hệ thống tỉnh lộ, đường liên huyện và liên xã. Trong những năm qua hệ thống đường bộ đã có bước phát triển đáng

kể, nhiều quốc lộ đã được cải tạo, nâng cấp nên việc đi lại cũng dễ dàng hơn nhiều. Phần lớn các xã đều đã có đường ô tô đến được trung tâm xã. Ngoài hệ thống đường bộ, trong khu vực còn có các hệ thống đường sắt Hà Nội - Đồng Đăng, Hà Nội - Lào Cai, Hà Nội - Quán Triều, Hà Nội - Cẩm Phả; sân bay Nà Sản, Điện Biên là những tuyến giao thông quan trọng. Đường thủy cũng có vai trò quan trọng như tuyến sông Hồng, Sông Lô, Sông Đà và một số sông khác thuộc hệ thống sông Thái Bình. Trong vùng còn có cảng nước sâu Cái Lân đang ngày càng trở nên một đầu mối giao thông biển quan trọng của nước ta. Dọc biên giới còn có hàng loạt cửa khẩu quốc gia như Hữu Nghị Quan, Lào Cai, Thanh Thủy, Tà Lùng, Tây Trang, Móng Cái v.v... và hàng loạt các cửa khẩu tiểu ngạch góp phần giao lưu hàng hóa với quốc tế.

Tóm lại, khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc là một vùng có nhiều lợi thế về vị trí địa lý, tài nguyên thiên nhiên, có tiềm năng lớn cho phát triển kinh tế nhưng chưa được khai thác có hiệu quả. Trong những năm tới cần đẩy mạnh hơn nữa công cuộc công nghiệp hóa, hiện đại hóa, chuyển đổi cơ cấu kinh tế, chuyển từ nền kinh tế tự cung tự cấp sang sản xuất hàng hóa. Thực hiện xóa đói giảm nghèo, khai thác hợp lý lãnh thổ đẩy nhanh tốc độ tăng trưởng kinh tế, đảm bảo phát triển bền vững, từng bước nâng cao đời sống nhân dân, củng cố an ninh quốc phòng xứng đáng là vị trí tiên tiêu của Tổ Quốc.

Chương II

HIỆN TRẠNG TAI BIẾN SẠT LỞ BỜ SÔNG KHU VỰC CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC

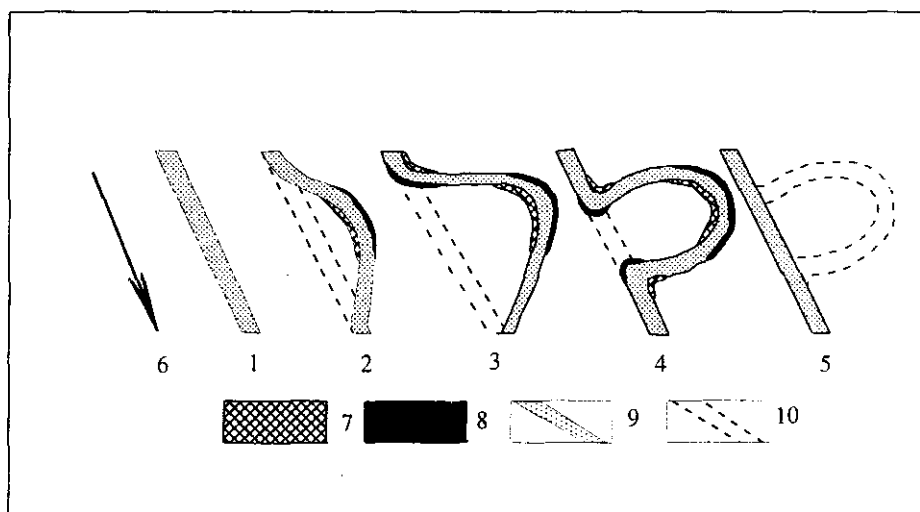
Trong những năm gần đây trên các sông thuộc khu vực miền núi phía Bắc đã ghi nhận được hàng trăm điểm sạt lở bờ sông với các quy mô và mức độ ảnh hưởng khác nhau (H.II.1). Tuy nhiên những vùng sạt lở nghiêm trọng thường tập trung ở phần trung du (phần tiếp giáp với đồng bằng) của các sông lớn. Phần thượng lưu các sông có độ dốc lớn nhưng hầu hết chúng chảy trên đá gốc nên các điểm sạt lở bờ sông thường có quy mô nhỏ, tuy nhiên trong một số trường hợp chúng mang tính nghiêm trọng khi trực tiếp đe dọa các công trình kinh tế - xã hội như đường giao thông, cầu cống... Trong chương này trình bày hiện trạng sạt lở bờ sông do chính các tác giả ghi nhận được trong quá trình thực hiện đề tài này (2001 - 2003) và các đề tài các cấp khác do Viện Địa chất chủ trì trong các năm 1996 - 1999, 2000 - 2001. Hiện trạng sạt lở bờ sông được trình bày theo từng sông lớn, riêng hồ thủy điện Hòa Bình là một đối tượng đặc biệt nên được trình bày riêng.

II.1. Quy luật biến động hình thái lòng dẫn sông

Quy luật chung biến động hình thái lòng dẫn sông ngòi ở vùng miền núi là quá trình xói lở - bồi tụ phát triển lòng dẫn luôn bị khống chế bởi yếu tố địa hình và phụ thuộc rất nhiều vào khả năng kháng xói của các thành tạo địa chất. Lòng sông miền núi thường có độ dốc lớn, thiết diện mặt cắt ngang lòng dẫn thường có dạng hình chữ U hoặc chữ V; tại các đỉnh cong quá trình uốn khúc thường kết thúc khi gặp bờ đá gốc rắn chắc hoặc các vật cản nhân tạo như đê, kè, mố cầu, bến cảng v.v... Ngược lại, ở vùng hạ lưu các con sông, quá trình phát triển lòng dẫn diễn biến theo chu kỳ khép kín, thông qua xói lở

- bồi tụ hay ổn định tạm thời; trong một chu kỳ kéo dài có các giai đoạn phát triển như sau (H.II.2):

- Chảy thẳng ổn định
- Uốn cong hạn chế về một phía
- Uốn cong gần hoàn thiện
- Uốn cong hoàn thiện
- Chảy cắt thẳng hay □cuớp dòng□ (kết thúc một chu kỳ uốn khúc)



CHÚ GIẢI: 1. Chảy thẳng ổn định; 2. Uốn cong hạn chế về một phía; 3. Uốn cong gần hoàn thiện; 4. Uốn cong hoàn thiện; 5. Chảy cắt thẳng (cuớp dòng); 6. Chiều dòng chảy; 7. Khu vực bồi tụ; 8. Khu vực xói lở; 9. Lòng sông; 10. Lòng sông cổ

H.II.2. Một số dạng lòng dẫn điển hình qua các giai đoạn phát triển

Trên các sông thường tồn tại hầu hết các quá trình uốn khúc lòng dẫn đang phát triển ở các giai đoạn khác nhau: chảy thẳng ổn định, uốn cong hạn chế, uốn cong gần hoàn thiện (không đạt tới giai đoạn uốn cong hoàn thiện) rồi chuyển sang chảy cắt thẳng do sự chi phối của địa hình, thành phần và cấu trúc của các thành tạo địa chất tạo nên lòng dẫn, các yếu tố thủy văn - thủy

lực và nhất là tác động của các công trình trị thủy nhân tạo. Ngày nay, các công trình nhân tạo có ảnh hưởng rất lớn tới tốc độ và khả năng xói lở - bồi tụ. Đặc biệt, có nhiều công trình xây dựng và công trình chỉnh trị sông ngòi đã làm mất hẳn đặc tính phát triển tự nhiên của nhiều đoạn sông trên vùng đồng bằng. Đó là việc xây dựng các mố cầu giao thông, cầu cảng, hệ thống đê, kè lải dòng (mở hàn), kè hộ mái, việc nạo vét luồng lạch v.v...

Trong thực tế, ngoài chuyển động rối, dòng nước còn có chuyển động xoắn ốc tạo nên dòng hoàn lưu cũng có chuyển động rối với lưu tốc tức thời thay đổi theo địa điểm và thời gian nhất là ở các đoạn sông bị uốn cong. Hoàn lưu còn xuất hiện do lực Coriolis, mà ở khu vực Bắc bán cầu sẽ gây xói lòng sông bờ phải. Hiện tượng dòng nước vật theo trục đứng tại chỗ sông đột ngột mở rộng, khối nhô của bờ và trục ngang chỗ lòng sông mấp mô. Ba dạng chuyển động này có vai trò rất lớn đối với vận chuyển dòng bùn cát trên sông, diễn biến lòng sông. Nhưng để khảo sát được đầy đủ các quá trình này đòi hỏi phải có phương tiện, thời gian và kinh phí.

II.2. Hiện trạng tai biến sạt lở mép nước lòng hồ thủy điện Hòa Bình

II.2.1. Một số đặc điểm hồ Hòa Bình

Hồ Hoà Bình là một đoạn của sông Đà phát triển trên một vùng địa hình núi cao, có hình dạng uốn lượn phức tạp, có mặt cắt ngang hẹp và độ sâu khá lớn. Dưới đây là một số thông số kỹ thuật và chế độ vận hành của hồ Hòa Bình.

a) Một số thông số kỹ thuật chủ yếu

+ *Dung tích hồ:*

- Dung tích toàn bộ: $9,45\text{km}^3$
- Dung tích hữu ích : $5,65\text{km}^3$

- Dung tích chống lũ: $5,87\text{km}^3$
- Dung tích chết: $3,80\text{km}^3$
- + Diện tích hồ ở các mực nước khác nhau:
 - Mực nước dâng bình thường (cao trình 115m): 208km^2
 - Mực nước trước lũ (cao trình 85m): 128km^2
 - Mực nước chết (cao trình 80m): 117km^2
 - Mực nước tháo kiệt nhất (cao trình 75m): 107km^2
- + Kích thước hồ:
 - Chiều dài theo lòng sông từ Tạ Bú đến đập Hoà Bình: 230km
 - Chiều rộng lớn nhất: 2.500m
 - Chiều hẹp nhất: 150m
 - Chiều rộng trung bình: 1.000m
 - Chiều sâu trung bình: 50 m.
- + Mực nước hồ:
 - Mực nước dâng bình thường: 115m
 - Mực nước gia cường khi xả lũ: 118m
 - Mực nước trước lũ: 85m
 - Mực nước chết: 80m
 - Mực nước tháo kiệt tối đa: 46m

b) Chế độ vận hành của hồ Hoà Bình.

Theo thiết kế, chế độ hoạt động của hồ Hoà Bình phải đảm bảo giải quyết 3 nhiệm vụ chính:

- Sản xuất lượng điện hàng năm với mức trung bình là 8,16 tỷ kw/h.

- Điều tiết nước sông Đà trong việc phòng chống lũ mùa mưa và cung cấp nước tưới cho vùng hạ du trong mùa cạn.

- Tăng cường giao thông đường thủy phục vụ phát triển KT- XH ở khu vực Tây Bắc và công việc xây dựng công trình thủy điện Sơn La trong những năm tới.

Là một phần của sông Đà, hồ Hoà Bình mang những đặc điểm thủy văn đặc trưng của sông Đà, vì vậy chế độ nước hồ với chế độ nước mưa phân ra 2 mùa rõ rệt. Mùa mưa bắt đầu từ tháng VI kéo dài đến tháng X hàng năm, mùa cạn từ tháng XI đến tháng V. Trong đó tháng có lượng mưa tối đa là VII, VIII và lượng mưa tối thiểu vào các tháng V, VI. Theo số liệu quan trắc nhiều năm cho thấy thời gian lũ dâng có thể kéo dài từ 2 ngày đến 1 tuần, còn thời gian lũ rút có thể nhanh hơn gấp 2 - 3 lần. Trong các tháng lũ, lượng nước sông Đà tăng lên một cách đáng kể, thường gấp 3 - 3,5 lần lượng nước về mùa cạn. Biên độ dao động của mức nước sông Đà trước đây khi chưa có hồ chứa tại Hoà Bình đo được xấp xỉ 12m. Mùa lũ trên hồ Hoà Bình thường kéo dài từ tháng VI đến tháng X với tổng lượng nước lũ đạt từ 29,8 - 51,051km³, chiếm 73,88 - 81,16% tổng lượng nước đến cả năm. Hồ Hoà Bình có tổng lượng dòng chảy trung bình nhiều năm đạt 57,2km³, lưu lượng trung bình nhiều năm đạt 1.800m³/s, lưu lượng lớn nhất đạt 22.650m³/s, lưu lượng lớn nhất mùa khô đạt 1.320m³/s, lưu lượng nhỏ nhất đo được là 240m³/s. Tổn thất nước do bốc hơi là 0,26km³/năm, tổn thất do thấm là 1,24km³/năm.

Mức nước hồ Hoà Bình phụ thuộc rất nhiều vào chế độ vận hành của nhà máy thủy điện, chế độ mưa lũ của lưu vực và nhiệm vụ cất lũ của hồ. Trong năm 1996, năm có mùa lũ lớn, mực nước dâng lớn nhất của hồ là 116,85m, mực nước hạ thấp nhất là 88,02m; biên độ dao động mực nước trong năm là 28,83m; mực nước hạ trung bình 0,19m/ngđ, lớn nhất đạt 0,44m/ngđ; mực nước dâng trung bình là 0,12m/ngđ, lớn nhất đạt 0,35m/ngđ.

Năm 1998 mực nước cao nhất đạt 116,13m, mực nước thấp nhất đạt 80,08m; biên độ dao động mực nước đạt 36,05m. Mực nước hạ thấp trung bình là 0,23m/ngđ, lớn nhất đạt 1,98m/ngđ; mực nước hạ nhanh nhất từ 28/VI - 4/VII là 7,81m. Mực nước dâng trung bình là 0,23m/ngđ, lớn nhất là 3,79m/ngđ; mực nước dâng nhanh nhất từ ngày 20/VI- 28/VI là 8,06m.

Dòng chảy rắn của sông Đà ít được nghiên cứu hơn. Nhìn chung độ đục có độ chênh lệch khá lớn theo mùa. Độ đục lớn nhất 12.000g/m^3 , độ đục nhỏ nhất $0,8\text{g/m}^3$. Dòng bùn cát lơ lửng trong năm đo được khoảng 71,3 triệu tấn; vật liệu di đáy khoảng 14,3 triệu tấn. Nhiệt độ nước có sự thay đổi từ 13°C đến 31°C , trung bình là $23,4^{\circ}\text{C}$.

Quá trình bồi lắng trầm tích hồ Hoà Bình là vấn đề luôn được quan tâm vì nó không chỉ gây giảm tuổi thọ của hồ, mà còn làm ảnh hưởng đến nhiều thành phần môi trường vùng lòng hồ. Nguyên nhân dẫn đến hiện tượng bồi lắng tại hồ chứa, là ngoài các dòng vật liệu được đem đến bởi sông Đà và hệ thống sông nhánh, còn có vật liệu được hình thành do quá trình trượt lở, xói mòn từ hai phía ven bờ đưa vào. Theo con số tính toán, hiện nay quá trình lắng đọng bùn cát xảy ra mạnh mẽ nhất ở phần đuôi hồ (từ Tạ Bú đến Vạn Yên). Riêng từ Tạ Bú đến Tạ Khoa chừng 10%, từ Tạ Khoa đến Vạn Yên - 80% tổng lượng bùn cát bồi lắng hàng năm. Khu vực từ Vạn Yên đến đập, hiện tượng bồi lắng bùn cát xảy ra yếu dần (với khối lượng chừng 10%). Theo tính toán thống kê trong vòng 6 năm (1987 - 1992), mỗi năm lượng bùn cát tích tụ trong hồ dày trung bình khoảng 0,24m, hàng năm có tới 50 - 60 triệu m^3 bùn cát được bồi lắng. Tuy nhiên theo đánh giá của các chuyên gia thì mức bồi lắng lòng hồ như vậy vẫn nằm trong phạm vi thiết kế.

Hồ Hoà Bình nằm trong khu vực chịu ảnh hưởng của khí hậu gió mùa và á nhiệt đới. Nhiệt độ không khí thay đổi từ $15,6^{\circ}\text{C}$ đến $28,1^{\circ}\text{C}$; trung bình năm là $23,3^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ tối đa tuyệt đối là $41,2^{\circ}\text{C}$; tối thiểu tuyệt đối là $1,9^{\circ}\text{C}$.

Độ ẩm không khí trung bình trong năm thay đổi từ 84 - 100%, có khi hạ xuống giá trị cực tiểu là 73%.

Tổng lượng mưa hàng năm ở khu vực hồ Hoà Bình thay đổi từ 1.410mm đến 2.670mm, lượng mưa trung bình là 1.960mm và phân bố không đều. Đây là khu vực có lượng mưa trung bình hàng năm thuộc loại trung bình-thấp. Lượng mưa trong các tháng mùa mưa đạt tới 80% tổng lượng mưa cả năm. Mưa có cường độ lớn nhất trong thời gian 1 giờ có thể đạt từ 40,7mm đến 92,7mm. Trong mùa mưa, số ngày mưa dao động từ 100 - 140 ngày. Tháng VII và VIII là hai tháng có số ngày mưa lớn hơn cả, trung bình mỗi tháng có thể tới 18 đến 22 ngày mưa. Thời gian mưa liên tiếp có thể kéo dài đến 67 giờ.

Hướng gió chủ yếu là hướng Bắc. Tốc độ gió tối đa 28,0m/s (trạm Hoà Bình), 40 m/s (trạm Phù Yên). Tháng VII, VIII thường xuất hiện gió hướng Nam, tháng IV hay có sương và lốc miền núi. Hướng gió gây nguy hiểm ở hồ Hoà Bình là gió có hướng TN.

II.2.2. Hiện trạng sạt lở khu vực mép nước lòng hồ Hòa Bình

Hiện trạng sạt lở khu vực mép nước lòng hồ được đánh giá thông qua các tài liệu do chính tác giả thu thập trong các năm 1996- 1999, 2000, 2001-2003 trong quá trình thực hiện các đề tài các cấp do Viện Địa chất chủ trì và các tài liệu được tổng hợp từ nhiều nguồn do nhiều cơ quan thực hiện. Hiện tượng trượt, sạt lở, xói lở mô tả dưới đây là các hiện tượng xảy ra trong đối dao động mực nước hồ Hòa Bình.

Căn cứ trên các đặc điểm hình thái lòng hồ, diễn biến của các hiện tượng trượt lở và các đặc điểm khác, hồ Hòa Bình được phân tích đánh giá theo hai vùng:

- Vùng hồ Sơn La: Từ Kéng Man (Mường Tè, Lai Châu) đến Pa Vinh (Mường La, Sơn La).

- Vùng hồ Hoà Bình: từ Pa Vinh đến đập thủy điện Hoà Bình (thị xã Hoà Bình, Hoà Bình).

a) Vùng hồ Sơn La

Vùng hồ Sơn La kéo dài từ Kéng Man (Mường Tè, Lai Châu) đến Pa Vinh (Mường La, Sơn La). Hiện nay đây vẫn chỉ là vùng thượng lưu sông với đầy đủ các đặc trưng của dòng chảy sông miền núi. Phần lớn sông chảy trên đá gốc, lòng sông ít bị biến động. Tuy nhiên ở một vài nơi có hiện tượng sạt lở bờ liên quan đến các trận lũ quét như ở khu vực Mường La. Đáng chú ý là hiện tượng trượt lở đất trên các sườn núi dọc sông khá phổ biến như khu vực Mường Lay, Huổi Pha (Tủa Chùa), Quỳnh Nhai, Mường Trai v.v... Có những nơi đã từng xảy ra trượt lở đất nghiêm trọng. Khu vực nói trên, trong tương lai sẽ là bờ và lòng hồ thủy điện Sơn La, hiện tượng trượt lở ở khu vực này cần được đặc biệt chú ý, nhất là khi hồ được tích nước và đi vào hoạt động.

b) Vùng hồ Hoà Bình

Ngay từ khi hồ Hòa Bình bắt đầu đi vào hoạt động hiện tượng sạt lở đã xảy ra khá mãnh liệt trong đối dao động mực nước.

Năm 1986- 1987, khi mực nước hồ mới dâng đến cao trình 45m và tồn tại trong thời gian 3 tháng, trong phạm vi đối dao động mực nước đã xảy ra hiện tượng trượt lở bờ. Các khối trượt xảy ra phổ biến trong tầng eluvi - deluvi có thành phần á sét lẫn dăm sạn. Trên sườn dốc 30 - 50° bên bờ phải sông Đà thuộc khu vực tuyến Làng Gia - Suối Rút, xuất hiện một khối trượt cao 3m, rộng 5m, sâu 1m, trượt từ lớp đá vôi bị phong hoá và nứt nẻ mạnh thuộc hệ

tầng Đồng Giao (T_2 đg). Ở một số vị trí khác các khối trượt lở thường khoét sâu vào tầng đá phong hoá mạnh.

Cuối năm 1987 và đầu năm 1988, mực nước hồ chỉ dâng lên cao trình 45m trong 3 tháng rồi rút xuống mực nước sông Đà bình thường. Từ Bản Mực về đến đập có 6 đoạn bờ sông Đà bị sạt, trượt lở. Các khối trượt có kích thước trung bình cao 10 - 20m, rộng 5 - 20m, sâu 2 - 4m; thường phát triển trong đới eluvi - deluvi, ít khi vào đới phong hoá đập vỡ. Đoạn bờ trái dài 1.500m gần Thác Bờ bị sạt lở rất mạnh. Trên đoạn bờ phải gần tuyến Làng Gia, dài khoảng 500m, số lượng và quy mô sạt đều tăng mạnh hơn trước. Trên đoạn bờ phải sông Đà đối diện Xóm Lau, dài 700m, xác nhận được nhiều khối trượt quy mô khác nhau. Đoạn bờ trái sông Đà vùng tuyến Làng Trương dài 1.200m trước kia rất ổn định nay bị sạt lở mạnh gồm nhiều khối sạt phân bố liên tiếp nhau. Đoạn từ suối Voi đến tuyến đập trước đây hoàn toàn không bị sạt nay gặp 3 khối ở cả hai bên bờ. Các bờ suối lớn: suối Rút, Ngòi Hoa, suối Chiêu và suối Hiền Lương cũng phát triển rầm rộ hoạt động sạt lở trong đới dao động mực nước. Tại phà Bờ cạnh Làng Gia, khu vực thị trấn Đà Bắc, Chợ Bờ cũng xảy ra các hiện tượng sạt lở với mức độ đáng kể.

Năm 1989 mực nước hồ dao động từ cao trình 84m đến 89m, các khối sạt quan sát được trước đây hoàn toàn chìm ngập trong nước. Tháng 6/1989, theo kết quả khảo sát của Công ty Khảo sát Thiết kế Điện 1 cho thấy, dọc hai bên bờ hồ từ Bản Mực đến Bản Vàn (Chiêm Vàn) đã có tới 16 khối sạt lở lớn nhỏ, trong đó có 2 khối trượt khá lớn (khối Vạn Yên và khối Bản Mực) khoét sâu vào đá gốc. Hai khối này hình thành từ những năm trước, nay phát triển lên cao. Khối trượt Bản Mực có chiều rộng 20 - 22m, cao 10 - 15m, sâu 3 - 5m, xảy ra trong tầng eluvi - deluvi và đới phong hoá mạnh của đá phiến sét màu xám trắng phân lớp mỏng, cát bột kết hệ tầng Sông Múa ($D_1 sm$) có thể nằm $10 \angle 40^\circ$. Nhiều chỗ đất đá bị vò nhàu, đập vỡ. Ngoài ra còn gặp các khối

trượt lở nhỏ có chiều cao 5 - 10m, rộng 1 - 2m, sâu 0,3m thường nằm trong đới dao động mực nước. Các khối trượt tập trung chủ yếu trong vùng phân bố các đá phiến sét, cát bột kết, đá phiến xerixit, phiến lục. Trượt lở chủ yếu xảy ra trong tầng eluvi- deluvi và đới phong hoá đập vỡ.

Đầu năm 1991 mực nước dao động trong phạm vi cao trình 101 - 110m đến cuối năm thì mực nước đạt đến cao trình 115,4m. Các hiện tượng nứt-trượt đất dọc theo bờ hồ quan sát thấy ở Làng Ngòi, Tà Phù, Nánh, suối Lúa các vết nứt đã mở rộng và phát triển sâu hơn so với năm 1990. Từ đập lên đến Bản Vàn gặp 8 khối sạt ở mép nước, trong đó có 4 khối đã hình thành từ khi mới tích nước hồ và tiếp tục phát triển lên cao. Đáng chú ý là các khối trượt lở lớn ở mũi nhọn Vạn Yên, Bản Mực và Tạ Khoa, trong đó khối trượt ở mũi nhọn Vạn Yên có kích thước lớn, dài 30m, phát triển cao lên trên mép nước 10m, sâu 3 - 4m, trượt xảy ra trong lớp đất đá phong hoá của đá phiến sét, phiến lục hệ tầng Cẩm Thuỷ (P_2 ct).

Năm 1992 mực nước hồ được giữ ở mực nước trước lũ 90m. Hiện tượng sạt lở diễn ra mạnh hơn nhiều so với các năm trước. Từ tuyến đập lên đến Bản Vàn gặp gần 100 điểm sạt lở. Bên bờ phải hồ tại Làng Gia, sạt lở lớn xảy ra từ cao trình 120 - 128m kéo dài xuống mép nước. Khối rộng chừng 50m, cao tới 50m; xảy ra trong đá cát kết, bột kết phong hoá vỡ vụn hệ tầng Sông Mua (D_1 sm). Tại cửa suối Sinh Vinh xuất hiện khối sạt rộng 30m, cao 20 - 30m, sâu 1-3m. Sạt xuất hiện trong tầng cát kết, bột kết lẫn dăm sạn kết bị phong hoá mạnh và nứt nẻ mạnh của hệ tầng Sinh Vinh (O_3 - S sv). Ở đây hệ thống khe nứt chính gần như cắt vuông góc với mặt lớp có thể nằm nghiêng về phía hồ, tạo nên các khối đá có thể tích 0,3- 1m³, tạo điều kiện thuận lợi cho hiện tượng sạt lở bờ phát triển mạnh. Ở Khủa, quan sát được một khối trượt rộng 40 m, sâu 3 - 6m, cao tới sát mực nước dâng bình thường. Đá gốc là đá phiến sét, bột kết phong hoá mạnh, nứt nẻ nhiều thuộc hệ tầng Bó Hiềng (S_2 - D_1 bh).

Đặc biệt trên đoạn bờ hồ từ Suối Lúa đến bến phà Vạn Yên đã xảy ra sạt lở mạnh. Đoạn này bờ hồ có độ dốc khá lớn, cấu thành bởi đá bazan bị ép phiến (thể nằm $50 \angle 50^\circ$) thuộc hệ tầng Cẩm Thủy ($P_2 - t$). Trượt lở mạnh xảy ra trong đới phong hoá, dập vỡ. Có thể coi khối trượt ở mũi nhọn Vạn Yên là lớn nhất trong khu vực hồ Hoà Bình (rộng 70m, cao 30 - 40m, sâu trên 10m). So với năm 1991, trượt lở xảy ra ở mũi nhọn Vạn Yên trong thời gian này mạnh hơn. Một điểm trượt lở đáng kể khác ghi nhận được ở cạnh cửa suối Tạ Khoa. Đất đá ở đây là đá phiến sét xen kẹp cát kết phong hoá mạnh có thể nằm $130 \angle 70^\circ$ thuộc hệ tầng Tạ Khoa ($D_{1-2} tk$). Đới phong hoá bị dập vỡ nhiều dễ dàng bị sạt lở. Năm 1992, ở độ cao 130m hình thành khối sạt rộng 50m, sâu 3- 6m, cao tới 40m. Các khu vực phát triển mạnh là các đoạn: Hạt- Kế, suối Lúa- Vạn Yên, Bản Mong- Bản Tranh, Bản Tranh- Tạ Khoa. Một số công trình xây dựng ven bờ hồ bị nứt cũng đã quan sát thấy như ở Trạm Quản lý đường sông Vạn Yên, Trụ sở cơ quan Môi trường Vạn Yên.

Năm 1995 trượt lở hai bên bờ hồ vẫn phát triển và đặc biệt mạnh mẽ sau mùa mưa. Những đoạn bờ hồ đã bị sạt lở và những điểm sạt lở cũ vẫn tiếp tục phát triển.

Năm 1996 - 1997 cả hai bên bờ hồ ít bị trượt lở hơn năm trước và tạm thời ổn định. Những khu trượt lở mạnh vẫn tiếp tục phát triển song ở mức độ thấp. Phần lớn là các trượt lở có quy mô trung bình và nhỏ.

Trong năm 1998- 1999, 2001 - 2002 Viện Địa chất đã tiến hành khảo sát hiện tượng trượt lở dọc bờ hồ Hoà Bình, từ Pa Vinh về đập. Đã quan sát được 65 điểm trượt lở, sạt lở, trong đó một số điểm lớn giống như đã được mô tả ở trên (H.II.3). Mỗi điểm thường bao gồm nhiều điểm trượt lở nhỏ tạo thành các cụm điểm, cách nhau vài mét đến vài chục mét và kéo dài trên một đoạn bờ khoảng vài trăm mét.

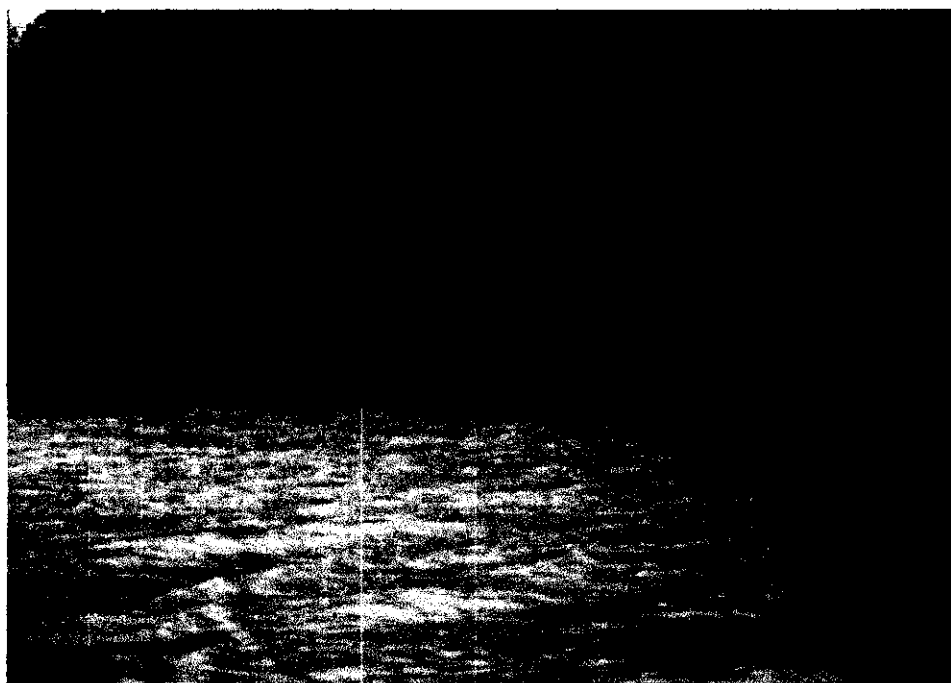
Dưới đây là những mô tả những điểm trượt lở mới nhất còn quan sát được theo từng đoạn hồ từ đuôi về đập.

1. Đoạn từ Pa Vinh đến Lùm hạ

Đoạn này lòng hồ tương đối hẹp, vách hồ khá dốc, về cơ bản vẫn giữ được những đặc tính cơ bản của phần sông Đà cũ. Phần lớn các sạt lở trên đoạn này là những trượt lở nhỏ, hoặc cụm trượt lở nhỏ xảy ra trong đá phong hoá hệ tầng Mường Trai, Cẩm Thủy. Mỗi cụm điểm thường là tập hợp 2 - 3 điểm trượt lở nhỏ. Đáng chú ý là các trượt lở dọc ven đường ra phà Tạ Bú, trên vách đôi quan sát được một số vết trượt $20 - 30m^3$ (H.II.4).

2. Đoạn từ Lùm Hạ đến bản Chanh

Đây là khu vực có vận tốc trung bình dòng chảy nhỏ ($0,02 - 0,14m/s$), quá trình bồi lắng xảy ra mạnh mẽ nhất. Đất đá cấu tạo bờ chủ yếu là đá vôi xen kẹp phiến sét, phiến silic hệ tầng Tốc Tát (D_2 tt), cát kết, đá phiến sét hệ tầng Tạ Khoa. Ở hạ lưu suối Tạ Khoa lộ đá xâm nhập granit phức hệ Điện Biên. Trên đoạn này quan sát được khá nhiều các vết trượt nhỏ đến trung bình, tập trung ở các khu vực Tạ Hộc, Bản Ngà, Bản Chao, Tạ Khoa. Tại Trạm Quản lý đường sông Tạ Hộc sạt lở quy mô trung bình đã xảy ra ở khu vực mép nước trên tầng eluvi - deluvi của trầm tích hệ tầng Tốc Tát (D_2 tt). Đá bị phân phiến, vò nhàu, đập vỡ mạnh, thể nằm $230 \angle 60^\circ$. Trượt lở đã làm sập cửa Trạm bị nứt, các vết nứt rộng $1 - 3mm$ theo hướng 10° kéo dài liên tục $15 - 20m$. Cách Tạ Hộc khoảng $3km$ (gần Bản Chao) có 4 điểm trượt lở có kích thước trung bình $10m \times 10 - 20m \times 0,5m$. Phía thượng lưu Tạ Khoa, bên bờ phải hồ gặp liên tục 6 điểm trượt lở ở mức độ trung bình. Mỗi điểm gồm nhiều điểm trượt lở nhỏ cách nhau vài chục mét kéo dài trên đoạn bờ $150m$; chỗ trượt cao nhất $20 - 30m$, sâu tới $1m$. Trên đoạn từ Tạ Khoa đến Bản Chanh, hai bên bờ hồ phát hiện thấy 6 điểm trượt lở, tập trung ở gần cửa suối



H.II.4. Trượt lở lớp phong hóa của hệ tầng Mường Trai ở khu vực Tạ Bú. Ảnh Phan Đông Pha



H.II.5. Trượt lở bờ phải hồ Hòa Bình tại Tạ Khoa. Ảnh Phan Đông Pha

Nậm Khoa, phà Tạ Do, Bản Mường Khoa, Bản Tranh (H.II.5). Hầu hết các điểm trượt lở đều gồm nhiều điểm nhỏ ($10\text{m} \times 10 - 15\text{m} \times 0,5\text{m}$), nằm trong phạm vi đối dao động của mực nước hồ. Các cụm điểm trượt lở cách nhau vài chục mét và kéo dài trên đoạn bờ tới 400 - 500m.

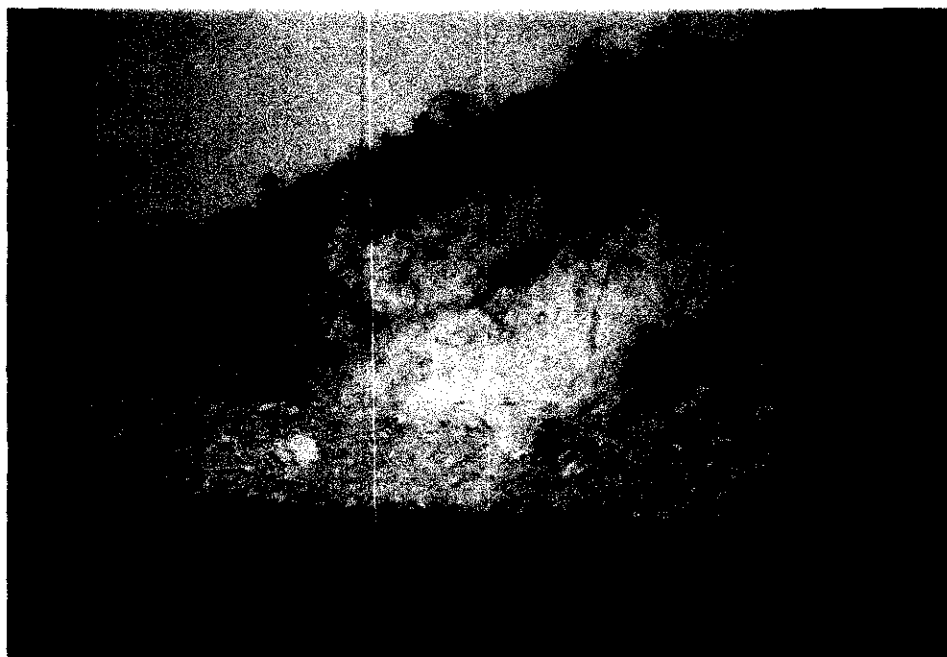
3. Đoạn từ Bản Chanh đến đập

Đây là khu nước sâu và tương đối tĩnh, tốc độ dòng chảy rất nhỏ ($0,01 - 0,1\text{m/s}$). Trên đoạn này có thể mô tả hiện tượng trượt lở bờ theo các phân đoạn sau:

- Từ Bản Chanh đến Bãi Tre lòng hồ hẹp, độ dốc sườn lớn. Khu vực trượt lở đáng kể là đoạn bờ hồ ở Bản Chanh. Tại đây có các điểm trượt lở nhỏ trong lớp bồi tích và lớp eluvi - deluvi của tầng cát kết, đá phiến sét hệ tầng Tạ Khoa (D_{1-2} tk). Các điểm này kéo trên đoạn bờ dài vài trăm mét, cao tới từ 10 - 15m, sâu 0,5m. Ngoài ra còn gặp 2 cụm điểm trượt lở khác và 1 điểm trượt lở cũ (có lẽ đã xảy ra trong thời gian nhiều năm trước) bên bờ phải hồ có quy mô khoảng $100\text{m} \times 70\text{m} \times 20\text{m}$. Ở khu vực gần Bãi Vàng gặp 5 điểm trượt lở. Ngoài ra ở bên phải hồ (đối diện Bản Bãi Sại), quan sát được hai điểm trượt lở cũ, hiện còn dấu vết: gần 1/3 đôi bị trượt lở cao 200 - 300m, sâu khoảng 10m, rộng vài trăm mét. Trên đoạn từ Bãi Vàng đến Bãi Tre lòng hồ rộng chạy đổi hướng liên tục, bờ hồ là lớp eluvi - deluvi hình thành từ các trầm tích hệ tầng Yên Duyệt ($P_2 - T_1$ yd). Có 7 điểm trượt lở tương tự các điểm đã mô tả ở trên.

- Từ Bãi Tre đến Bản Mực lòng hồ mở rộng dần, đặc biệt là từ mũi nhọn Vạn Yên nơi có suối Tắc chảy ra lòng hồ được mở rộng đáng kể. Trên đoạn từ Bãi Tre đến Vạn Yên đáng chú ý là 2 điểm trượt lở lớn tại mũi nhọn Vạn Yên cách bến phà Vạn Yên 800m về phía đập (H.II.6). Có thể nói, đây là điểm trượt lở điển hình ở khu vực hồ Hoà Bình. Hiện tượng trượt lở đã xảy

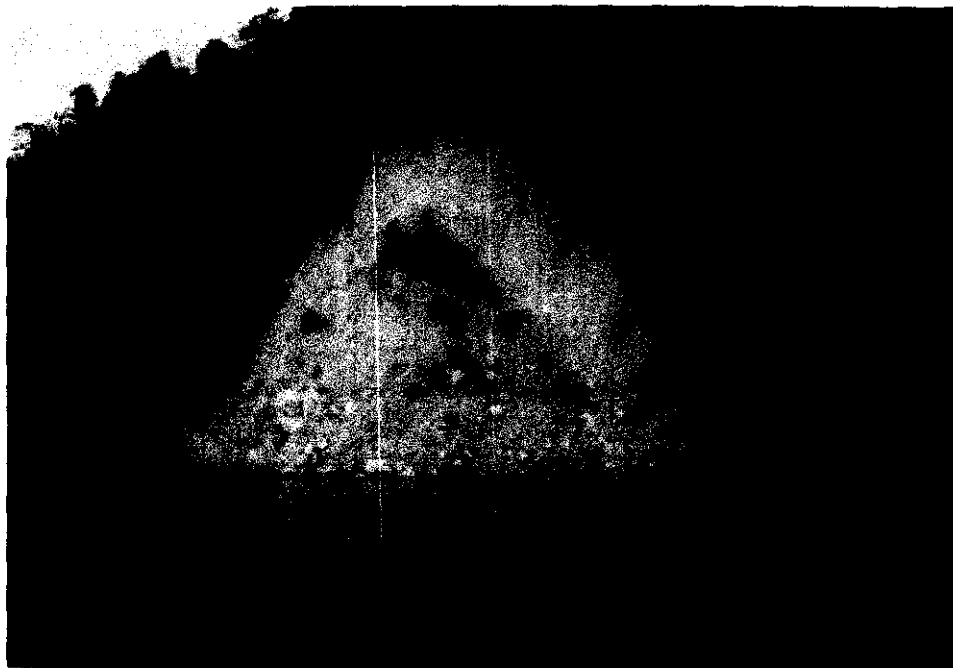
Đề tài: "Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống"
Đề tài nhánh: "Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc"



H.II.6. Sạt lở bờ phải hồ Hòa Bình tại Vạn Yên. Ảnh: Phan Đông Pha

ra từ nhiều năm trước và hiện vẫn đang tiếp tục phát triển từ mép nước lên phía trên sườn dốc. Hiện nay kích thước khối trượt đã phát triển lớn hơn rất nhiều: rộng 280m, cao 60m (H.II.7a). Dọc suối Tắc từ Phù Yên ra Vạn Yên, đặc biệt ở nơi gần cửa suối, hiện còn rất nhiều điểm trượt lở. Đáng lưu ý là hiện tượng nứt sân Trạm Quản lý đường sông Vạn Yên. Vết nứt có bề rộng 1 - 3mm, chạy theo hướng Bắc - Nam. Tường bao mới xây của Trạm cũng bị nứt ngang vài đoạn. Trên đoạn từ Vạn Yên đến Đá Mài, tại ngã ba suối Giàng và hai bên bờ cách suối Lúa gần 1km về phía hạ lưu quan sát thấy nhiều điểm trượt lở nhỏ ven bờ. Hiện tượng trượt lở tương tự còn phổ biến trên đoạn bờ dài 1km tới gần khu vực Đá Mài. Trên Đoạn từ Đá Mài đến Bến Khửa, lòng hồ hẹp, vách đá vôi dốc đứng. Trên đoạn này, điểm đáng chú ý là trên vách đá vôi bên bờ trái hồ cách cửa suối Lồi khoảng 1km (trên cao trình khoảng 100m) xuất hiện khối lở đá theo khe nứt cắt ngang lớp và theo mặt lớp có kích thước 20 - 25m x 10m x 5 - 10m. Đoạn từ Bến Khửa đến Sinh Vinh, lòng hồ dần mở rộng hơn. Hai bên bờ hồ bắt đầu xuất lộ tầng phong hoá. Lớp eluvi-deluvi của trầm tích S_2 - D_1 và D_1 dày 5m. Gần khu vực bản Nhập Ngoại xuất hiện trượt lở hai bên bờ trong phạm vi đối dao động mực nước. Trên đoạn từ Sinh Vinh đến Hát có hai điểm trượt lở ở Xóm Ban và Xóm Trong. Kích thước mỗi điểm: 10 - 15 x 10 - 15 x 1 - 1,5m. Trượt lở ven bờ trong tầng eluvi - deluvi của trầm tích hệ tầng Sinh Vinh (O_3 - S_{sv}). Trên đoạn từ Trạm Quản lý đường sông Hát đến Bản Mực, lòng hồ rộng, đối diện Bản Mực gặp hai điểm trượt lở lớn, cách nhau khoảng 200m. Quy mô trượt lở tương đương với khu vực Vạn Yên (H.II.8). Khối trượt có chiều cao 68m, rộng 47m, sâu 13,5m, trên sườn dốc lớn. Các thành tạo phong hoá là các đá cát kết, cát bột kết, sét kết hệ tầng Bản Nguồn (H.II.7b).

- Từ Bản Mực đến đập lòng hồ mở rất rộng, trên lòng hồ còn có nhiều đảo đá vôi vách dựng đứng. Không thấy hiện tượng trượt lở lớn song các hiện tượng trượt lở nhỏ bờ hồ lại khá phát triển trên lớp phong hoá của đá thuộc hệ



H.II.8. Sạt lở bờ phải hồ Hòa Bình tại Bản Mực. Ảnh: Phan Đông Pha

tầng Bản Nguồn và các đá phun trào hệ tầng Cẩm Thủy. Hoạt động trượt lở chủ yếu diễn ra trong phạm vi dao động mực nước hồ, ít khi đỉnh trượt nằm cao hơn cao trình 120m. Trong phạm vi từ mực nước 105m (thời điểm khảo sát) đến mực nước gia cường (120m) có nhiều điểm trượt lở nhỏ rộng trên dưới 10m, kéo dài trên đoạn bờ chừng 100m. Nhìn chung trên đoạn này hiện tượng trượt lở bờ có quy mô không đáng kể.

Bảng II.1. Tổng hợp hiện trạng trượt lở khu vực mép nước hồ Hòa Bình

Năm	Cao trình mực nước hồ (m)	Số điểm trượt lở			
		Tổng số	Trong đó		
			Lớn	Trung bình	Nhỏ
1987-1988	45	6 đoạn bờ			
1989	84-89	16	2		14
1990		Nhiều vết nứt ven hồ, cao trình 130-140m, ở Bản Ngòi, Tà Phù			
1991	101-110- 115,5	8	4 (Suối Rút, Vạn Yên, Tà Khoa)		
1992	90	100	15 (Tà Khoa, Vạn Yên, ...)		
1995		Những điểm trượt lở cũ vẫn tiếp tục			
1996-1997		ít trượt lở hơn các năm trước; chủ yếu các vụ trượt lở nhỏ và trung bình			
1998-2003		65	6 (Tà Khoa, Vạn Yên, Suối Rút)	23 (Tà Bú, Tà Khoa, Vạn Yên, Sinh Vinh,	36

Từ các kết quả điều tra hiện trạng trên ta có thể thấy một số nét đặc trưng chính của hoạt động trượt lở bờ vùng hồ Hoà Bình như sau:

- Hoạt động trượt lở bờ là quá trình tái tạo lại vùng bờ của hồ chứa với xu thế ngày càng trở nên ổn định hơn. Diễn biến trượt lở qua các năm cho thấy: các vụ trượt lở lớn ít xảy ra trong các năm gần đây, nhưng lại có sự gia tăng các hiện tượng trượt lở quy mô nhỏ - trung bình (Bảng II.1).
- Do là khu vực lòng hồ nên hoạt động trượt lở chỉ xảy ra trên các thành tạo eluvi - deluvi cấu tạo sườn dốc hồ chứa và lớp bồi tích mỏng tích tụ trên bề mặt sườn.
- Hoạt động trượt lở bờ bao gồm xói lở và trượt lở khu vực mép nước, đối dao động mực nước và cả sườn dốc kề cận. Các điểm trượt lở thường tập trung tạo nên các cụm trượt lở nằm cách nhau từ vài mét đến vài chục mét, các cụm trượt lở xảy ra chủ yếu trong đối dao động mực nước ở bờ phải hồ Hoà Bình.
- Hoạt động bồi tụ lưu giữ lại phần lớn vật liệu bùn cát trong lòng hồ nhưng ít hình thành các bãi bồi rộng mà chỉ thành tạo các bãi bồi hẹp ở khu vực các cửa suối lớn.
- Các nguyên nhân chủ đạo gây trượt lở đường bờ tại mỗi khu vực có khác nhau: khu vực thượng nguồn hồ chứa chủ yếu chịu tác động ảnh hưởng của dòng chảy và dao động mực nước, trong khi khu vực hạ lưu của hồ chứa trượt lở còn có thêm sự tác động của sóng. Các điểm trượt lở lớn thường nằm trùng với các đới đứt gãy hoạt động hiện đại.

II.3. Hiện trạng tai biến sạt lở bờ sông Đà

Phần này mô tả hiện tượng sạt lở bờ sông Đà phần từ hạ lưu đập Hòa Bình đến hợp lưu Thao - Đà.

II.3.1. Biến động lòng dẫn qua nhiều năm

Biến động lòng dẫn sông Đà được nghiên cứu bằng phân tích ảnh viễn thám chụp các năm 1967, 1987 và 1996, kết hợp với khảo sát thực địa. Đây là phần cuối của sông Đà dài khoảng hơn 60 km. Về cơ bản sông Đà ở đoạn này vẫn mang tính chất của một con sông miền núi, trung du có độ dốc lòng khoảng 0,8‰. Lòng sông tương đối thẳng với một vài khúc cong như khúc ngoặt trái ở khu vực Dân Hạ (Kỳ Sơn, Hòa Bình), cong trái thoải ở khu vực Ba Trại (Ba Vì, Hà Tây) và các khúc cong phải khá thoải ở Tu Vũ (Thanh Sơn) và La Phù (Thanh Thủy, Phú Thọ).

a) Giai đoạn 1965 đến 1987

Nhìn chung giai đoạn này các hiện tượng sạt lở bờ sông không nhiều, chủ yếu ở phần hạ lưu gần khu vực hợp lưu Thao - Đà. Khu vực thị xã Hòa Bình xảy ra sạt lở nhẹ trên bờ phải thuộc phường Phương Lâm. Tại khúc cong trái thuộc xã Dân Hạ (huyện Kỳ Sơn), trên đoạn bờ phải sông dài khoảng 3km cũng đã xảy ra sạt lở nhẹ, bên bờ trái thuộc địa phận xã Yên Mông (TX Hòa Bình) cũng có hiện tượng sạt lở nhẹ. Sạt lở mạnh xảy ra ở khu vực bờ trái thuộc địa phận các xã Lương Nha, Tu Vũ (Thanh Sơn, Phú Thọ) trên đoạn bờ sông dài trên 4km. Tại đỉnh cong phải thuộc xã La Phù (Thanh Thủy, Phú Thọ) hình thành một bãi bồi lớn làm đổi hướng dòng chảy gây sạt lở mạnh hơn 2 km bờ trái sông. Khu vực Tòng Bạt, Phú Sơn (Ba Vì, Hà Tây) và khu vực Hồng Đà (Tam Nông, Phú Thọ) cũng bị sạt lở khá mạnh (H.II.9)

b) Giai đoạn 1987 đến 2001

Từ năm 1987, sau khi có đập thủy điện Hòa Bình đoạn sông này chịu ảnh hưởng trực tiếp của việc điều tiết nước của nhà máy. Dao động mực nước có chu trình ngày - đêm và quá trình xả lũ - cắt lũ đã ảnh hưởng trực tiếp tới vùng hạ lưu.

Tại khu vực hạ lưu đập xảy ra xói lở nhẹ hai bên bờ sông do xả lũ, tuy nhiên bờ sông ở đoạn này được cấu tạo bởi đá gốc và được kè hộ mái nên bờ sông đã tương đối ổn định. Phía bờ phải thuộc phường Phương Lâm (TX Hòa Bình) vẫn tiếp tục xói lở nhẹ. Ở khu vực Lương Nha, Tu Vũ (Thanh Thủy, Phú Thọ) do hiện tượng bồi tụ mạnh ở Lương Nha đã gây xói lở ở bờ phải thuộc xã Hợp Thành (Kỳ Sơn), riêng đoạn Tu Vũ vẫn tiếp tục bị xói lở. Tại đỉnh cong La Phù, ngược với giai đoạn trước, chủ yếu được bồi tụ nhưng hiện tượng xói lở lại xảy ra ở bờ đối diện thuộc xã Sơn Đà (Ba Vì, Hà Tây). Từ La Phù về đến hợp lưu Thao - Đà bờ sông Đà bị xói lở mạnh, các đoạn xói xen kẽ hai phía bờ trái và phải với những đoạn dài từ 2.5 - 3km, thuộc địa phận các xã Phú Sơn, Tòng Bạt (Ba Vì) bờ phải, Tân Phương, Hồng Đà (Thanh Thủy) bờ trái (H.II.10).

Ngoài hiện tượng xói lở bờ sông, trên sông Đà còn xuất hiện hiện tượng lan chuyển xói sâu do quá trình xả nước qua đập thủy điện Hoà Bình.

II.3.2. Hiện trạng sạt lở bờ sông Đà

Hiện trạng sạt lở bờ sông Đà khu vực hạ lưu hồ Hoà Bình được mô tả theo các đoạn sau (H.II.11):

- Đoạn từ Đập Thủy điện đến Yên Mông (Km0- Km10).
- Đoạn từ Yên Mông đến Đoạn Hạ (Km 10- 40).
- Đoạn từ Đoạn Hạ đến cửa hợp lưu Thao - Đà (Km40- Km60).

Tổng hợp hiện trạng sạt lở bờ sông Đà, đoạn từ hạ lưu đập Hoà Bình đến hợp lưu Thao - Đà được trình bày trong bảng II.2.

Bảng II.2. Hiện trạng sạt lở bờ sông sông Đà vùng hạ lưu hồ Hoà Bình

TT	Thôn Xã	Huyện Tỉnh	Diễn biến sạt lở	Mức độ sạt lở	Thiệt hại
1	Chân đập Tân Thịnh	Tx Hoà Bình Hoà Bình	Từ 1983 - nay	20- 30m/năm. Xâm thực sâu rất mạnh.	- Sạt lở kè, hố tiêu năng và đường lên đập. - Hàng trăm tỷ đồng.
2	Km0+ 700- Km0+ 950	Tx Hoà Bình Hoà Bình	Từ 1983- nay. Năm 2002 sạt 1 điểm rộng 92m	5 - 7m/năm	- Hư hại chân đê Hữu Đà - Xử lý tạm hết 1,2 tỷ đồng
3	Ngòi Sủ Đồng Tiến	Tx Hoà Bình Hoà Bình	Từ 1993- nay		- Sạt lở kè. - Hư hại thân đê Hữu Đà
4	Bắc Yên Yên Mông	Tx Hoà Bình Hoà Bình	Từ 1983 - nay	10- 12m/năm	- Phá huỷ bãi bồi giữa sông - Mất chợ, sạt 1 nhà dân
5	Láng Mái Tinh Nhuệ	Thanh Sơn Phú Thọ	Xói lở mạnh 1998 - 2001. Nay đã giảm nhiều	7 - 8m/năm	- Mất đất canh tác - Hư hại đê và đường giao thông
6	Lương Nha	Thanh Sơn Phú Thọ	Từ 1990- nay	Tốc độ cực đại tới 50m/tháng	- Mất đất canh tác và thổ cư (50ha) - Di dời hơn 100 hộ
7	Tu Vũ	Thanh Thuỷ Phú Thọ	Từ 1990 - nay	2-5m/tháng	- Mất dải Liệt sĩ Tu Vũ - Di dời 105 hộ. - Mất hơn 36ha
8	Bãi giữa Đồng Luận	Thanh Thuỷ Phú Thọ	Từ 2000 - nay	20- 30m/năm	- Mất 1/3 bãi giữa là đất canh tác của 2 xã. - Mất 10ha
9	Bến phà Đồng Luận	Thanh Thuỷ Phú Thọ	Từ 1998- nay	7- 8m/năm (ở bãi bồi cao) 2- 3m/năm (trên thềm)	- Xói lở bến phà - Mất đường giao thông
10	Thuận Lộc Bảo Yên	Thanh Thuỷ Phú Thọ	Từ 1998 - 1999	10m/năm	- Đã di dời 30 hộ, sẽ di dời tiếp 95 hộ. - Mất khoảng 15ha đất
11	La Phù	Thanh Thuỷ Phú Thọ	Từ 1996 - nay		- Xói chân đê và đường giao thông, xói lở chân kè - Mất hàng chục ha đất

1. Đoạn từ Đập Thủy điện đến Yên Mông

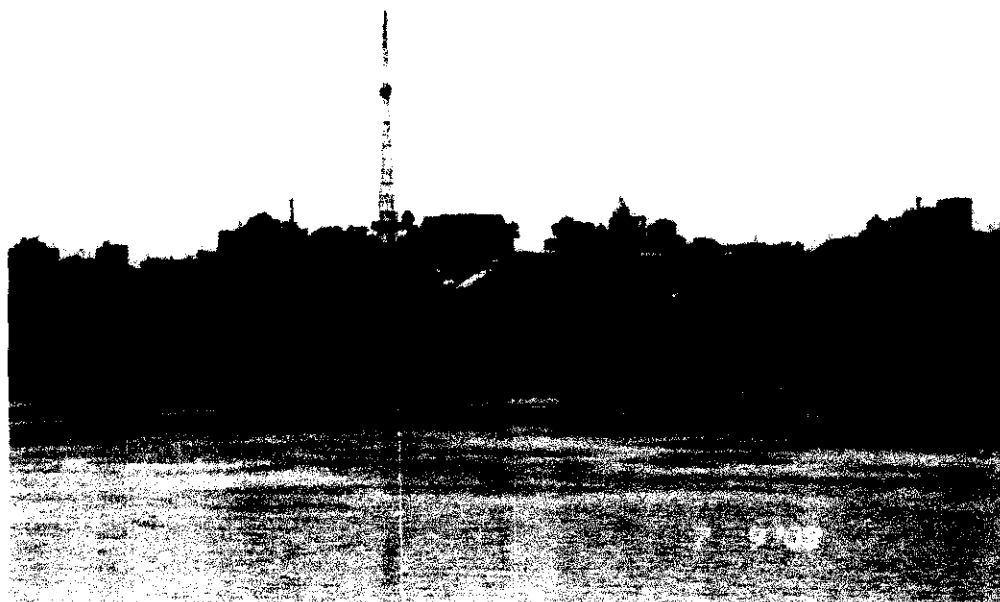
Đây là đoạn chịu ảnh hưởng trực tiếp của hoạt động của hồ Hòa Bình đặc biệt là tác động của dòng xả lũ. Lòng sông, đoạn sát chân đập, có dạng gần chữ V chuyển dần sang dạng chữ U và hướng chảy thẳng chảy theo phương TN - ĐB rồi đột ngột chuyển sang á kinh tuyến ở khu vực giáp ranh giữa thị xã và huyện Kỳ Sơn. Lòng sông bị xâm thực mạnh, không hình thành bãi bồi giữa lòng. Năm 1983, khi bắt đầu xuất hiện các dòng xả lũ qua đập tràn hiện tượng sạt lở bờ xảy ra rất mạnh và làm xuất hiện các khối trượt kéo dài lên tận các cao trình 40 - 50m cả về hai phía bờ. Hoạt động xói ngang và xâm thực sâu diễn ra hết sức nhanh chóng làm thay đổi hình thái mặt cắt sát chân đập và tạo nên xu thế dòng chảy chính áp sát hơn về phía bờ phải (phía thị xã). Năm 1993 xói lở và xâm thực sâu đã làm hư hại nặng hồ tiêu năng ở hạ lưu đập và làm sạt lở khu vực đường vào cổng nhà máy và Đài Tưởng niệm. Các hoạt động sửa chữa, xây kè bên bờ trái sông hết sức tốn kém nhưng do thi công thiết kế không đúng kỹ thuật nên vào mùa lũ năm 1996, sạt lở mạnh chuyển sang phía bờ trái làm sạt lở hệ thống kè đá và làm hư hại tuyến đường dẫn lên đập Thủy điện. Tại các khu vực cách xa chân đập hơn đã hình thành các khối sạt lở dạng tuyến kéo dài hàng trăm mét, đặc biệt là khu vực lân cận cầu phao cũ.

Các hoạt động xâm thực sâu ngày càng đẩy ra xa chân đập gây nên hoạt động xói lở lan truyền đã phá huỷ hàng trăm mét kè lát mái hai bên bờ. Hiện nay hoạt động sạt lở diễn ra chủ yếu bên phía bờ phải của sông.

Đáng chú ý là điểm lở bờ phải gần cầu Sông Đà (phường Phương Lâm, TX Hòa Bình), cách đập thủy điện khoảng 3 km về phía hạ lưu. Khảo sát của chúng tôi cho thấy hiện tượng lở bờ sông ở khu vực này đã diễn ra nhiều năm trên đoạn bờ dài khoảng 1 km, tạo cho bờ sông có dạng bậc thang thấp dần về phía sông (H.II.12). Vừa qua do quá trình xả lũ - đóng đập hồ Hòa Bình với



H.II.12. Bờ phải khu vực cầu sông Đà (TX Hòa Bình). Có thể thấy các vết sụt-trượt dạng bậc thang. Ảnh Phạm Tích Xuân, 2002.



H.II.13. Sạt lở bờ phải sông Đà khu vực phường Phương Lâm (TX. Hòa Bình). Ảnh Phạm Tích Xuân, 2002.

cường độ cao từ ngày 1/8/2002 đến ngày 18/8/2002 đã làm cho bờ sông sát đê Đà Giang tại lối xuống cầu phao cũ (Km0+ 700 - Km0+ 950) bị sạt lở nghiêm trọng trên một đoạn bờ sông dài khoảng 500 m (H.II.13). Cung trượt lớn nhất có chiều rộng tới 92m, mái sạt theo chiều thẳng đứng, cao hơn 10m và làm xuất hiện nhiều hệ thống khe nứt dạng bậc thang kéo dài theo bờ sông và lún sâu vào thân đê. Theo thông tin của dân địa phương thì sạt lở xuất hiện khi nước sông rút sau khi đóng đập xả lũ. Đoạn bờ sông ở khu vực này nằm trong trũng Hòa Bình là một trũng sụt lún Đệ Tứ với tầng trầm tích khá dày gồm chủ yếu là các trầm tích lòng sông, cuội, sỏi cát đa khoáng, bồi tích đầm lầy, cát bột, sét bột màu nâu, sét bột màu đen. Tổng chiều dày tới 50 - 60 m (H.II.14). Tại khu vực sạt lở, bờ sông được cấu tạo bởi đất phù sa, đất thịt, cát pha sét, cát bờ rời dễ sạt lở. Để thi công xử lý khắc phục điểm sạt lở này đã phải tiến hành xử lý đặt hơn 1.000 rỗng đá $\phi 60\text{cm}$, dài 10m ở chân kè đến cao trình 13m (cao hơn cao trình mực nước khi đóng cửa xả lũ khoảng 1,0m); 200 rọ thép đá học; 3.300m² vải địa kỹ thuật TG200; 750m³ đá lát mái kè; đào đắp bạt mái hơn 4.000m³... Công tác xử lý mất hơn 2 tháng với tổng kinh phí lên tới 1,2 tỷ đồng.

Ở nửa cuối đoạn sông này sạt lở xảy ra chủ yếu tại vùng cửa Ngòi Sủ đổ vào sông Đà (cầu Đồng Tiến) uy hiếp chân đê Hữu Đà và vùng Thịnh Lang bên bờ trái sông. Tại Trung Minh, mặc dù dòng chảy hướng thẳng vào bờ và nằm tại vị trí ở đỉnh uốn cong của dòng chảy nhưng mức độ sạt lở không đáng kể do đường bờ được cấu tạo từ đá gốc kết cấu rắn chắc.

Ngày 10/2/2004 vừa qua Sở NN&PTNT Hoà Bình cùng các nhà thầu tiến hành khởi công xây dựng công trình kè hai bờ sông Đà và cứng hoá mặt đê Đà Giang, đê Quỳnh Lâm bao quanh thị xã. Công trình có nhiệm vụ chính là bảo vệ chống sạt lở, chống tràn nước vào thị xã khi xả lũ; kết hợp chỉnh trang cảnh quan đô thị và bảo đảm giao thông. Đây là công trình lớn với tổng

mức đầu tư 190 tỷ đồng cho nhiều hạng mục. Trong đó kè hai bờ sông dài 5.702m, đổ bê tông đường giao thông 6.250m, lắp đặt hệ thống đèn chiếu sáng. Dự kiến công trình hoàn thành đưa vào sử dụng cuối năm 2005

2. Đoạn Yên Mông đến Đoan Hạ

Trên đoạn này sông chảy giữa hai dãy đồi thấp dần về phía hạ lưu, lòng sông mở rộng dần với các khúc uốn thoải ở Yên Mao và Đồng Luận. Trong phạm vi đoạn này xuất hiện các bãi bồi thấp ven bờ là chủ yếu, một số bãi giữa sông chỉ xuất hiện ở phần cuối (khu vực các xã Trung Nghĩa, Đồng Luận). Các khu vực sạt lở mạnh chủ yếu tập trung ở bờ trái sông. Đáng chú ý là các điểm sạt lở ở thôn Bắc Yên (Yên Mông, Hòa Bình), Láng Mái (Tỉnh Nhuệ), Lương Nha, Tu Vũ (Thanh Sơn, Phú Thọ), Yên Mao, Đồng Luận và Đoan Hạ (Thanh Thủy, Phú thọ).

Điểm sạt lở thôn Bắc Yên (Yên Mông, Hòa Bình) ở khu vực cửa cống Cầu Xanh (Km9+ 750 tỉnh lộ Hoà Bình đi Thanh Thủy). Sạt lở xảy ra từ năm 1993 đến nay, đã lở sâu vào tới hơn 10 m. Trước năm 1983 tại đây có bãi bồi cao giữa sông nhưng sau khi vận hành hồ chứa thì bị sạt lở mất dần. Tốc độ sạt lở trung bình 10 - 12m mỗi năm. Tại đây năm 1998 còn có chợ trên bãi bồi cao ven bờ rộng hơn 1.000m² nhưng qua hai năm 2001- 2002 đã bị sạt lở mất hoàn toàn, chợ phải di chuyển vào phía trong đồng. Đoạn bờ bị sạt lở kéo dài 350m tạo vách cao 5 - 6m (H.II.15). Hiện nay 4 hộ dân đang sống ven khu chợ đã bị sạt lở mất phần lớn đất vườn. Nhà ông Đinh Viết Huyền ban quản lý chợ đã bị sạt mất 1 gian nhà vào cuối năm 2002. Tại khu vực này mỗi khi xả lũ cường độ lớn thì nước ngoài sông chảy sâu vào nội đồng và khi đóng cửa xả thì nước sông hạ thấp nhanh chóng làm cho nước trong đồng rút qua các cửa cống hoặc thấm thấu qua đê gây sạt lở mạnh; đặc biệt khu vực cửa cống.



H.II.15. Sạt lở bờ trái sông Đà khu vực Yên Mông (TX Hòa Bình).
Ảnh Phạm Tích Xuân, 2002.

Tại thôn Láng Mái (Tỉnh Nhuệ, Thanh Sơn, Phú Thọ) bờ sông bị sạt lở mạnh vào các năm 1998 - 2001 trên một đoạn dài 400 - 500m tạo thành vách cao 5 - 6m, tốc độ sạt lở trung bình khoảng 7 - 8m/năm. Tuy nhiên hiện nay tình trạng sạt lở đã giảm đi nhiều, nhưng lại hình thành bãi cát ngầm ở ven bờ khiến dòng chảy bị đổi hướng gây sạt lở mạnh khu vực trường PTCS Hợp Thịnh (Kỳ Sơn, Hoà Bình) bên bờ phải đối diện. Với chu kỳ bồi - xói ngày càng rút ngắn như hiện nay thì đoạn đường TL317 chạy dọc bờ trái sông 3-4km hiện đang cách mép bãi chỉ 8 - 10m thực sự đã bị uy hiếp.

Khu vực xã Lương Nha (Thanh Sơn, Phú Thọ) bị sạt lở mạnh tại hầu hết dải bãi ngoài đê dài 2,9km thuộc phạm vi 2 làng Vũ Thôn và Làng Song. Vào đầu những năm 1990 dải bãi ngoài đê của xã rộng 200 - 300m nhưng bị lở liên tục trong các năm 1997 - 1999 với tốc độ lớn nên nay chỉ còn có vài chục mét. Tốc độ sạt lở tại một vài điểm vào năm 1997 có thể tới 50m. Xã đã phải tiến hành di dời hơn 50% số hộ và tiến hành kè được khoảng 40m tại khu vực cửa suối Ngòi Lạc. Mặc dù hiện nay tốc độ sạt lở trên toàn bộ bờ trái sông đã giảm chỉ khoảng 1- 2m/năm nhưng nguy cơ sạt lở vẫn rất cao, hiện đang có dự án xây kè lát mái.

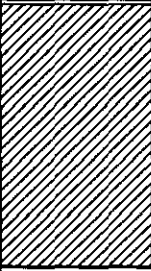
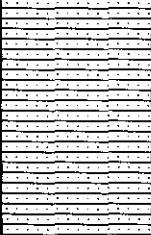
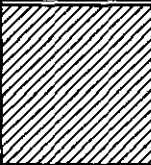
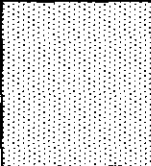
Điểm sạt lở Tu Vũ (Thanh Thuỷ, Phú Thọ) xảy ra mạnh trong các năm 1990 đã phá huỷ hoàn toàn khu vực đài tưởng niệm liệt sĩ trận Tu Vũ nên địa phương đã phải di dời tượng đài vào chân đồi cùng với 105 hộ dân. Sạt lở làm mất hơn 36ha đất trong tổng số 70 ha diện tích đất bãi với tốc độ sạt lở trung bình tới 2m/tháng. Hệ thống kè Tu Vũ kéo dài hơn 300m mới xây dựng và vừa được sửa chữa nhưng đã bị hư hại trong mùa nước năm 2002. Dải chân kè không được gia cố tốt bằng các hệ thống kè, giống đá nên bị xói sâu mất chân kè. Mặt kè lát mái bị sụt và trôi đá kè lát mái. Hiện nay, tại đây đã hình thành bãi bồi thấp giữa sông và dòng chảy mùa cạn hiện hướng áp sát chân núi Che bên kia sông. Tuy nhiên, do bị đổi hướng nên dòng chảy sông hiện đang gây sạt lở phân hạ lưu của kè Tu Vũ ở thôn Vũ và địa phận xã Yên Mao nằm kè

bên dưới trên một đoạn bờ sông kéo dài tới 2km. Bãi bồi cao bám sát bờ sông bị sạt lở tạo vách cao 4 - 5m, bên trong bờ đã xuất hiện các dải khe nứt song song bờ chạy kéo dài; đôi chỗ xuất hiện bậc sụt biên độ nhỏ 5 - 10cm. Nằm lót đáy chân bãi bồi là tập cát bột màu xám dày 0,5m; đây là loại trầm tích dễ bị xói trôi, rửa lữa (H.II.16).

Dải bờ sông thuộc địa phận xã Khánh Thượng (Ba Vì, Hà Tây) bên bờ phải có mức độ sạt lở nhẹ đến trung bình. Khu vực sát bờ thường có các bãi bồi thấp nằm che chắn.

Trên đoạn sông chảy qua địa phận các xã Đồng Luận và Trung Nghĩa sạt lở xảy ra dọc bãi nổi giữa sông, là một phần đất canh tác của các xã trên. Từ năm 2000 đến nay sạt lở liên tục diễn ra với tốc độ mỗi năm khoảng 20-30m; cá biệt có tháng tới 22m. Hiện diện tích đất mất đi ở bãi của cả hai xã vào khoảng 10ha. Do đất đá cấu thành bãi giữa chủ yếu là cát mịn, cát bột và bột cát có độ gắn kết yếu rất dễ bị sạt lở. Dòng chảy sông sau khi áp sát vào gân bờ tại Minh Quang (Ba Vì) gặp gênh ngầm thì đổi hướng chảy thẳng vào bãi giữa.

Tại khu vực bến phà Đồng Luận bị sạt lở mạnh xảy ra đồng thời cả trên bãi bồi cao và dải thềm cao nằm trên trong nhiều năm gần đây. Vào năm 1998 còn tồn tại dãy hàng quán trên dải bãi bồi cao rộng 40 - 50m dài 200 - 250m nhưng nay đã bị sạt gần hết. Dải thềm cao nằm kế cận cũng bị nước mùa lũ cuốn trôi sâu vào bờ 10 - 15m và phá huỷ hoàn toàn tuyến đường liên xã chạy dọc bờ trái sông. Như vậy tốc độ sạt lở trung bình ở đây đạt 7 - 8m/năm đối với bãi bồi và 2 - 3m/năm đối với thềm cao. Ngoài ra, tại Km4 đê Tả Đà tại Đồng Luận do bị sạt lở mạnh mà năm 1996 đã bị vỡ đoạn đê dài 30m, sâu 7m. Sau khi đắp lại năm 1997 đến nay tiếp tục bị sạt lở khoảng 40m.

Số hiệu lớp	Chiều sâu (m)	Bề dày (m)	Độ cao đáy lớp (m)	Cột địa tầng	Đặc điểm đất đá
1	2,1	2,1	17,62		Đất sét vừa màu nâu xám, trạng thái mềm
2	6,5	4,4	13,22		Đất sét pha màu vàng nhạt, màu xám, trạng thái mềm, xốp
3	10,5	4,0	9,22		Cát pha màu nâu trạng thái dẻo chảy
4	13,2	2,7	6,52		Đất sét pha màu nâu xám, trạng thái mềm
5	16,0	2,8	3,72		Đất cát pha màu vàng nhạt, nâu xám, trạng thái mềm

H.II.16. Mặt cắt lỗ khoan khu vực ven sông xã Tu Vũ

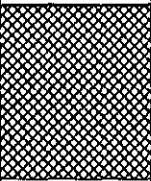
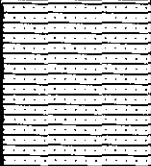
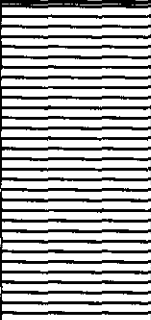
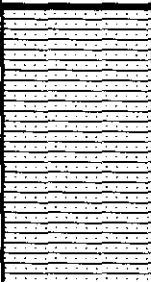
(Theo tài liệu của Sở NN&PTNT Phú Thọ, 2001 có bổ xung tài liệu đo vẽ, khảo sát thực địa)

Về phía bờ phải sông sạt lở mạnh xảy ra ở hạ lưu bến phà (thuộc địa phận đầu xã Thuận Mỹ, Ba Vì). Khu vực kè Đoan Hạ (Đoan Hạ, Thanh Thủy, Phú Thọ) trước đây bị sạt lở mạnh nhưng sau khi có kè đã ổn định.

3. Đoạn Đoan Hạ đến cửa hợp lưu Thao - Đà

Đây là đoạn sông chảy trên vùng có địa hình tương đối bằng phẳng và chịu ảnh hưởng của chế độ thủy văn vùng hợp lưu Đà - Thao - Lô. Lòng dẫn sông mở rộng, trắc diện ngang tăng lên rõ rệt có nơi chiều rộng đạt tới 800 - 1000m. Cấu trúc ngang của bãi khá đầy đủ từ bãi bồi thấp lên bãi bồi cao, thêm sông và đôi khi cả các bãi bồi giữa dòng tạo nên mặt cắt ngang sông hình chữ W. Lòng sông uốn cong với đỉnh uốn là kè La Phù và kè Đan Khê. Đây cũng là khu vực có mức độ xâm thực lòng dẫn yếu; đôi khi còn xảy ra bồi tụ tạm thời tại khu vực cầu Trung Hà ra Hồng Đà. Các khu vực bị sạt lở mạnh nằm xen kẽ cả hai bên bờ sông: Thuận Mỹ (bờ phải), Bảo Yên - La Phù (bờ trái), Tòng Bạt - Xuân Lộc (bờ phải), Hồng Đà (bờ trái) và Phong Vân (bờ phải).

Tại khu vực xã Bảo Yên, sạt lở mạnh xảy ra tại cả hai thôn ngoài đê là Thuận Lộc và Bảo Yên vào các năm 1998 - 1999 nhưng nay đã giảm đi. Đã di dời được 30 hộ nhưng hiện nay còn phải tiếp tục xem xét di dời thêm 95 hộ nữa trên tổng số 105 hộ sống ngoài đê. Trước đây, diện tích đất ngoài bãi khoảng 25 - 30ha thì nay đã mất một nửa chỉ còn lại 14 - 15ha. Hoạt động sạt lở không chỉ xảy ra ven sông Đà mà còn xảy ra tại các con ngòi chảy từ núi ra như ngòi Thuận Lộc và ngòi Bảo Yên. Tại ngòi Bảo Yên hiện có 2 hộ nằm trên vách ngòi có độ cao 7 - 8m xin tự di dời. Do trong phạm vi địa giới xã chưa hề có một công trình chống sạt lở nào nên cần tiến hành xây dựng các tuyến kè tại các khu vực xung yếu, nhất là các nơi có cửa ngòi đổ ra sông Đà. Bên bờ phải sông Đà, tại Thuận Mỹ sạt lở mạnh đã tạo nên các vách sông dốc đứng cao 6 - 7m, trong năm 2002 tốc độ sạt lở có chiều hướng tăng lên.

Số hiệu lớp	Chiều sâu (m)	Bề dày (m)	Độ cao đáy lớp (m)	Cột địa tầng	Đặc điểm đất đá
1	2,8	2,8	15,0		Đất đắp chân đê
2	5,0	2,5	12,5		Đất sét pha màu nâu nhạt, trạng thái mềm dẻo
3	10,5	5,5	7,0		Đất sét nặng màu nâu nhạt, trạng thái chặt vừa dẻo
4	15,0	4,5	2,5		Đất sét pha màu nâu nhạt, xám đen, trạng thái mềm chảy dẻo

H.II.17. Mặt cắt lỗ khoan khu vực ven sông xã La Phù (Thanh Thủy)

(Theo tài liệu của Sở NN&PTNT Phú Thọ, 2001 có bổ xung tài liệu đo vẽ, khảo sát thực địa)



H.II.18. Sạt lở bờ trái sông Đà khu vực xã Hồng Đà (Tam Nông, Phú thọ)
Ảnh Phan Đông Pha, 2002.

Khu vực La Phù bị sạt lở rất mạnh trong các năm 1996 - 1999 phá huỷ một phần thân đê Tả Đà trên một đoạn dài hơn 700m. Đến nay nhờ việc xây dựng kè La Phù dài 500m đã đảm bảo ổn định đoạn đê và đường giao thông chạy trên đỉnh kè. Tuy nhiên, do kè được xây dựng trên tầng trầm tích bờ rời khá dày (H.II.17) nên mặt kè đã bị nứt vỡ nhiều nơi, móng chân kè đã bị xói khoét có thể gây sụt lở thân kè.

Khu vực hạ lưu, đáng chú ý là các điểm Tòng Bạt và Xuân Lộc. Mặc dù tại đây đã xây dựng một số đoạn kè ngăn nhưng hiện nay đã bị xói làm hư hại kè và phần tiếp giáp thượng hoặc hạ lưu các kè trên. Tại khu vực sau cầu Trung Hà sạt lở mạnh tại xã Hồng Đà, nơi cửa sông đổ vào sông Thao (H.II.18). Tại Hồng Đà, sạt lở mạnh từ năm 1995 đến nay xảy ra liên tục trên đoạn bờ dài 1.500m. Vách sạt dốc đứng, sạt lở theo từng khối, đôi chỗ thấy khối sạt cỡ khoảng từ 1 - 3m³. Theo người dân địa phương, có năm tốc độ sạt lở có thể tới 15- 20m/năm; làm mất hơn 17ha đất bãi.

II.4. Hiện trạng tai biến sạt lở bờ sông Thao

Sông Thao từ Lao Cai đến hết địa phận Yên Bái có lòng sông tương đối hẹp, dòng chảy thẳng và chủ yếu là chảy trên các đá gốc. Lòng dẫn sông ít biến động, các hiện tượng xói lở, bồi tụ bờ sông có quy mô không lớn. Từ khu vực huyện Hạ Hòa (Phú Thọ) về xuôi lòng sông bắt đầu được mở rộng và uốn khúc. Theo quan sát của chúng tôi, các hiện tượng xói lở, bồi tụ bờ sông chủ yếu diễn ra trên đoạn sông bắt đầu từ khu vực Vũ Ёn về xuôi. Đây là đoạn cuối cùng của trung lưu nhánh sông Thao, là nơi chuyển tiếp từ địa hình núi cao sang địa hình đồi thấp. Lòng sông dần mở rộng, uốn khúc men theo các dải đồi thấp thoải, độ dốc sông giảm dần. Đáng chú ý là các hiện tượng sạt lở bờ sông Thao trong những năm qua đã xảy ra đặc biệt nghiêm trọng ở khu vực hợp lưu ba sông Thao, Đà, Lô.

II.4.1. Biến động lòng dẫn sông Thao qua nhiều năm

a) Đoạn từ Hậu Bổng đến hợp lưu Thao - Đà

Đây là đoạn sông thuộc phần trung lưu của sông Hồng (đoạn này còn có tên gọi là sông Thao) từ xã Hậu Bổng (Hạ Hoà) đến hợp lưu Thao - Đà tại xã Hồng Đà (Tam Nông, Phú Thọ) dài 85km qua địa phận các huyện Hạ Hoà, Thanh Ba, Sông Thao, TX Phú Thọ, Lâm Thao và Tam Nông của tỉnh Phú Thọ. Phần thượng lưu từ Hậu Bổng đến thị xã Phú Thọ dài 55km là khu vực chuyển tiếp từ vùng núi cao xuống vùng đồi núi thấp. Đoạn sông này nằm trên đứt gãy lớn Sông Hồng, trục chính theo hướng Tây Bắc- Đông Nam. Dòng sông chảy tương đối thẳng với các khúc uốn bán kính rộng phát triển trong một thung lũng hẹp, độ dốc sông lớn. Trong đoạn có sự hợp lưu của một số sông suối nhỏ nhưng chúng đều ngắn và dốc, chảy thẳng góc với dòng chính. Phần từ TX Phú Thọ đến Hồng Đà là đoạn cuối cùng của trung lưu nhánh sông Thao có chiều dài 30km. Lòng sông dần mở rộng, uốn khúc men theo các dải đồi thấp thoải, độ dốc sông giảm dần. Đặc điểm chính của đoạn sông từ Phú Thọ tới hợp lưu sông Thao - Đà là sự có mặt của các đỉnh cong lớn ở dạng uốn cong gần hoàn thiện tại các khu vực: xã Lương Lỗ, thị xã Phú Thọ, xã Cổ Tiết và một số đoạn uốn cong hạn chế nằm giữa chúng.

a) Giai đoạn 1949 - 1965 (H.II.19)

Nét đặc trưng tại đây là sự hình thành các cung uốn kép nối liền nhau trên địa bàn các xã Đỗ Sơn - Đỗ Xuyên (uốn phải), Vực Trường - Hiền Quan (uốn trái), Hợp Hải - Vĩnh Lại (uốn phải).

- *Đoạn sông phía thượng lưu đỉnh cong tại xã Xuân Quang:* Hiện tượng xói lở bờ và lòng dẫn xảy ra chủ yếu bên bờ trái, thuộc khu vực bãi bồi thấp của các xã Đỗ Sơn, Lương Lỗ, Thanh Minh, ngược lại, bên bờ phải là bờ

cao có các vách dốc thuộc chân đồi thấp thuộc các xã Đông Lương, Xuân Quang ít biến động hơn.

- *Đoạn sông từ đỉnh cong xã Xuân Quang đến đỉnh cong thị xã Phú Thọ:* Hiện tượng xói lở diễn ra trên đoạn bờ dài hơn 6km bên bờ trái (thuộc địa phận thị xã) do sông đổi hướng dòng chảy sang bên bờ trái.

- *Đoạn sông hạ lưu dưới đỉnh cong tại thị xã Phú Thọ đến đỉnh cong xã Cổ Tiết:* Hiện tượng xói lở xảy ra xen kẽ cả hai bên bờ trái và bờ phải sông Thao. Nhiều đoạn bờ xói lở diễn ra tới gần tuyến đê ngăn lũ và các đường giao thông của tỉnh Phú Thọ.

- *Đoạn trước hợp lưu Thao-Đà:* Trên sông Thao lòng dẫn ít biến động, ngược lại trên nhánh sông Đà hiện tượng xói lở xảy ra mạnh, vùng xói dài 4km bên bờ phải thuộc địa phận xã Phong Vân.

- *Đoạn từ hợp lưu Thao - Đà tới hợp lưu với sông Lô:* Do lòng sông mở rộng, có nhiều bãi bồi lớn, quá trình đổi hướng dòng chảy đã gây ra xói lở - bồi lấp trên phạm vi rộng lớn. Vùng xói lở mạnh nhất bên bờ phải dài 6km thuộc địa phận các xã Cổ Đô - Phú Cường - Tân Hồng (Ba Vì). Bên bờ trái, hiện tượng xói lở diễn ra mạnh mẽ ở khu vực Minh Nông, Thanh Miếu (TP. Việt Trì) trên đoạn bờ dài khoảng 5km.

- *Đoạn hạ lưu phường Bạch Hạc:* Hiện tượng xói lở diễn ra chủ yếu bên bờ phải và bãi bồi thuộc xã Phú Châu (Ba Vì). Vùng xói mạnh nhất bên bãi Phú Châu dài hơn 4 km.

b) Giai đoạn 1965 - 1987 (H.II.20)

Trong thời gian này đã xảy ra nhiều trận lũ lớn, như trong các năm 1969, 1971 làm biến động mạnh lòng dẫn và bờ sông Hồng.

- *Đoạn từ Phú Thọ đến đỉnh cong xã Cổ Tiết*: Hiện tượng xói lở diễn ra xen kẽ cả hai bên bờ sông, nhưng so với thời gian trước, thì hiện tượng xói lở bờ có chiều hướng chuyển sang bên bờ phải thuộc các xã Hương Nha, Vực Trường. Trên đoạn sông từ thị xã Phú Thọ tới đỉnh cong xã Cổ Tiết, hiện tượng xói lở diễn ra cả hai phía bờ sông, trong đó đoạn xói lở dài nhất, tới hơn 6km, từ xã Thạch Sơn tới xã Cổ Tiết. Hiện tượng xói lở bắt đầu từ bờ trái (xã Thạch Sơn) sau chuyển sang bờ phải (xã Cổ Tiết) do hiện tượng dòng sông đổi hướng chảy chính.

- *Đoạn trước hợp lưu sông Thao - Đà*: Trên cả hai sông Thao và sông Đà, hiện tượng xói lở nhẹ diễn ra cả hai phía bờ sông. Vùng xói lở mạnh là khu vực xã Hồng Đà (Thanh Thủy). Từ khu vực xã Cổ Tiết đến hợp lưu Thao - Đà lòng dẫn ổn định hơn các đoạn thượng nguồn do lòng dẫn chảy thẳng. Tuy nhiên có hiện tượng xói lở bên bờ trái thuộc xã Kinh Kệ (Lâm Thao, Phú Thọ).

- *Đoạn từ xã Phong Vân tới phườnng Bạch Hạc*: Hiện tượng xói lở diễn ra chủ yếu bên bờ phải, dài tới 8km, từ địa phận xã Cổ Đô tới xã Châu Sơn (Ba Vì). Ngược lại bên bờ trái xảy ra xói lở bên bờ các bãi cát bồi giữa sông Hồng. Hiện tượng xói lở ít ảnh hưởng tới khu vực thành phố Việt Trì.

- *Đoạn hạ lưu phườnng Bạch Hạc*: Hiện tượng xói lở xảy ra cả hai bên bờ trái và phải sông Hồng thuộc địa phận các xã Phú Phương - Phú Châu (Ba Vì) và nhất là bãi bồi bên bờ phải (xã Phú Châu). Chiều dài vùng xói lở bên bờ trái tới 6km.

c) *Giai đoạn 1987 - 2001 (H.II.21)*

Từ năm 1987 hồ Hòa Bình bắt đầu đi vào hoạt động, sông Đà chịu tác động trực tiếp của việc điều tiết do vận hành phát điện (dao động ngày - đêm) và quá trình điều tiết cắt lũ hay xả lũ với lưu lượng lớn qua đập Hoà Bình.

Hiện tượng xói lở, bồi tụ bờ sông giai đoạn này có nhiều diễn biến mới, phức tạp hơn so với các giai đoạn trước.

- *Đoạn từ Phú Thọ đến đỉnh cong xã Cổ Tiết*: Hiện tượng xói lở vẫn tiếp tục diễn ra xen kẽ cả hai bên bờ trái và bờ phải, tuy nhiên mức độ xói lở diễn ra mạnh hơn. Đáng chú ý là các khu vực Mai Tùng, Minh Hạc (Hạ Hòa), TX Phú Thọ, Cát Trù, Sai Nga, Tình Cương (Sông Thao), Tam Cường, Vực Trường, Hiền Quan (Tam Nông), Hợp Hải (Lâm Thao) thuộc tỉnh Phú Thọ.

- *Đoạn trước hợp lưu sông Thao - Đà*: Bờ sông Đà bị xói lở mạnh, các đoạn xói xen kẽ hai phía bờ trái và phải với những đoạn dài từ 2,5 - 3km, thuộc địa phận các xã Phú Sơn, Tòng Bạt (Ba Vì) bờ phải, Tân Phương, Hồng Đà (Thanh Thủy) bờ trái. Trên sông Thao xói lở diễn ra trên bờ phải thuộc địa phận thị trấn Hưng Hóa (Phú Thọ).

- *Đoạn từ hợp lưu Thao Đà tới TP Việt Trì* là nơi hiện tượng xói lở bờ sông đang có nhiều diễn biến phức tạp. Do dòng sông bị đổi hướng chảy, bờ xói lở chuyển từ bên bờ phải (xã Phong Vân) sang bên bờ trái (xã Thụy Vân). Khi kết thúc đoạn uốn khúc, vùng xói lở lại sang bờ phải tại xã Phú Cường. Các khu vực xói lở bờ nghiêm trọng thuộc địa phận xã Tân Đức (Ba Vì, Hà Tây), Minh Nông (Việt Trì) và xã Phú Cường (Ba Vì), mỗi đoạn dài từ 1,5km đến 2,5km. Ngoài ra, khu vực xã Vĩnh Lại (Lâm Thao) cũng đang xảy ra hoạt động xói lở mạnh. Cuối năm 2003 đầu năm 2004 sạt lở mạnh đã xảy ra bên bờ phải thuộc xã Phong Vân (Ba Vì, Hà Tây) gần hợp lưu Thao - Đà.

- *Đoạn hạ lưu phường Bạch Hạc*. Hiện tượng xói lở chuyển sang bên bờ trái trên đoạn dài khoảng 4km thuộc địa phận các xã và phường Bạch Hạc (Việt Trì), Bồ Sao, Cao Đại (Vĩnh Tường).

II.4.2. Hiện trạng sạt lở bờ sông Thao (HII.22)

1. Phần thượng lưu từ Lào Cai đến Yên Bái

Trên địa phận tỉnh Lào Cai đã ghi nhận được một loạt các điểm sạt lở, phần lớn chúng có quy mô nhỏ. Tuy nhiên do tuyến đường sắt Hà Nội - Lào Cai ở nhiều đoạn chạy sát bờ sông, nên ở một số nơi hiện tượng trượt lở bờ sông đã trực tiếp đe dọa an toàn của tuyến đường sắt. Đáng chú ý có các điểm trượt lở sau: Điểm trượt lở ở thị xã Lào Cai, điểm trượt lở ở Vạn Hòa (Thị xã Lào Cai); Ngòi Xum (TX. Cam Đường); Thôn Mi (xã Thái Niên), cầu Phố Lu (Bảo Thắng).

Điểm sạt lở khu vực dài liệt sỹ tỉnh nằm ở bờ phải sông Hồng kéo dài khoảng 500 m, bắt đầu từ đoạn sông uốn phân nhánh dòng chảy (đầu bãi Soi Tiên) đến đoạn sông uốn có dòng chảy hợp lưu (cuối bãi Soi Tiên). Nhưng sạt lở mạnh nhất khoảng 200 m ở bờ sông gần dài liệt sỹ. Đây là một bãi bồi hẹp. Chiều cao đoạn sạt lở bờ sông gần dài liệt sỹ từ mặt đường Hoàng Liên đến đáy sông khoảng 10 - 12 m. Độ dốc sườn bờ sông từ 50° - 57° . Những đoạn bị sạt lở lõm sâu, sườn bờ gần thẳng đứng (70° - 80°). Thành phần vật chất bờ sông chủ yếu là cát pha sét, cát hạt thô, màu nâu sẫm, và đất phong hoá bở rời màu vàng nhạt. Hiện nay đoạn bờ sông này vẫn tiếp tục sạt lở uy hiếp đến các công trình xây dựng và đoạn đường Hoàng Liên ở khu vực này.

Điểm sạt lở Vạn Hòa, cách trung tâm thị xã khoảng gần 2km về phía hạ lưu. Sạt lở xảy ra ở bờ trái sông Hồng, tại khúc uốn của bờ sông. Hướng tác động của dòng chủ lưu vào bờ sông khoảng 50° , tạo nên khối sạt rộng 4 m, cao 3 m, ăn sâu vào bờ sông 1 m (H.II.23), cách đường sắt 5 m. Khối sạt đã được xử lý xây kè rọ lăn đá học. Cũng ở khu vực này còn xảy ra trượt, lở sườn núi ở độ cao 25 - 30 m so với đường sắt. Độ dốc sườn núi $> 35^{\circ}$. Khối trượt rộng 50 - 60 m, cao 10 m, ăn sâu vào sườn núi 2 - 3m, độ dốc thêm trượt



H.II.23. Sạt lở bờ trái sông Thao ở Vạn Hòa (Bảo Thắng, Lào Cai).
Ảnh Nguyễn Đăng Túc



H.II.24. Sạt lở bờ trái sông Thao ở thôn Mi (Bảo Thắng, Lào Cai).
Ảnh Nguyễn Đăng Túc

chính 60 - 70°. Khối trượt đã được xử lý bằng xây kè đá học rộng 60 m, đánh cấp và rãnh thoát nước qua đường sắt xuống sông. Đất đá cấu tạo bờ sông và sườn núi ở đoạn này là lớp vỏ phong hóa trên các đá biến chất gồm đất sét màu nâu sẫm, bờ rời, hơi ẩm có chứa các mảnh vụn. Ngoài ra ở khu vực này sạt lở bờ sông còn xảy ra trên một đoạn bãi bồi dài 120m. Độ cao vách lở trung bình 2 - 3 m, có chỗ tới 5 - 7m, lở sâu vào bờ trên 1m ảnh hưởng đến hoa màu của dân.

Điểm sạt lở Thôn Mi ở bờ trái sông Hồng, địa phận thôn Mi, xã Thái Niên (Bảo Thắng, Lào Cai). Khu vực này có hai điểm sạt lở. Điểm sạt lở thứ nhất phía bắc thôn Mi dài 700 m, vách cao 5 - 6 m, dốc đứng 70 - 75° (H.II.24). Dòng chủ lưu sát với bờ sông tạo nên dòng xoáy gây xói lở trên một đoạn bãi bồi cao. Khu vực này có nhiều cư dân sinh sống và trồng cây ăn quả. Trong 2 năm trở lại đây đã bị lở tiến sâu vào phía trong bờ sông khoảng 40 - 50 m, làm thiệt hại đến nhà cửa, cây cối, và các cột điện cao thế. Hiện tại khu vực này đang tiếp tục bị xói lở. Nhà dân gần nhất, cách nơi lở khoảng 40 - 50m. Điểm trượt lở thứ hai ở phía nam thôn Mi và gần như tiếp nối với đoạn sạt lở trên. Tại đây trượt lở xảy ra trên lớp phong hóa của đá gốc gồm sét, sét pha, bờ rời. Có 2 khối trượt cách nhau khoảng 150m, mỗi khối dài khoảng 100m, cao 6m, ăn sâu vào bờ 6m, cách đường sắt 2 - 3m. Cả hai vết trượt này đã được xây kè đá học để bảo vệ tuyến đường sắt.

Khu vực sạt lở gần cầu Phố Lu (Bảo Thắng) gồm một số đoạn ở cả hai bờ trái và phải sông. Phía trên cầu phố Lu, thuộc địa phận thôn Phú Cường, dòng chủ lưu áp sát bờ trái gây sạt lở mạnh bãi bồi ven sông. Khu vực này có hai đoạn sạt lở mạnh. Đoạn sạt lở Phú Cường-1 cách đường sắt 2 - 3 m, thậm chí có nơi chỉ cách đường sắt < 2 m. Đây là khu vực bị sạt lở nghiêm trọng nhất, vì gần sát đường sắt và vào đúng đoạn uốn khúc của sông, chịu tác động trực diện của dòng chủ lưu. Phía taluy dương cách đường sắt 1 - 2 m, độ dốc 60 - 70°, đôi nơi lộ đá phiến mica, màu phớt hồng. Đất phong hoá màu vàng

Đề tài: "Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống"
Đề tài nhánh: "Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc"



H.II.25. Sạt lở bờ trái sông Thao ở Phú Cường (Phố Lu, Lào Cai).
Ảnh: Nguyễn Đăng Túc

nhạt, dạng đất sét xen lẫn caolinit màu trắng đục, bề dày 4 - 5 m. Phía taluy âm, dòng sông chảy xói mạnh vào bờ sông, gây lở một đoạn dài khoảng 400 - 500 m. Chiều cao từ đường sắt đến mặt nước khoảng 10 - 11 m. Khối sạt ăn sâu vào bờ 0,7 - 1 m, đôi nơi ăn sâu đến 1,5 m. Đất bị sạt lở ước tính khoảng 1000 m³. Toàn bộ khu vực sạt lở phía bờ sông đã được xây kè đá học, đánh cấp xuống lòng sông với độ dốc 35 - 40°. Đoạn sạt lở Phú Cường-2 kéo dài không liên tục, gồm nhiều vết trượt - lở nhỏ. Các vết trượt - lở trên đất sét pha, khô, bờ rời, màu nâu xám. Mỗi vết trượt - lở dài 70 m, cao 2 - 5 m, ăn sâu vào bờ khoảng 0,5 m, vách trượt dốc đứng 75° (H.II.25). Đất trượt - lở ước tính khoảng 100 m³. Bên bờ phải sạt lở bờ đã xảy ra ở thôn Chung cách cầu Phố Lu khoảng 400m về phía thượng lưu và kéo dài đến gần cầu phố Lu. Đoạn này gồm 2 điểm sạt lở. Điểm thứ nhất ở xóm 2 thôn Chung xã Sơn Hải, cách cầu phố Lu khoảng 400 m về phía thượng lưu. Sạt lở trên một đoạn dài khoảng 100 m, cao 4 m, ăn sâu vào bờ trung bình khoảng 3 m, nơi sâu nhất đến 5 - 6 m hoặc 10 m, vách trượt khoảng 80° (H.II.26). Đoạn này có nhiều vết nứt vuông góc với bờ sông, phương 240°, rộng 30 - 40 cm, dưới nước vẫn còn nhiều cây cối bị đổ, dấu tích của sạt lở mới nhất. Điểm thứ 2 ở thôn Tả Hà và kéo dài đến gần phố Lu. Đoạn sạt lở lớn nhất ở thôn Tả Hà dài 150 - 200 m, cao 5 - 7 m, ăn sâu vào bờ trung bình khoảng 4 m, nơi sâu nhất đến 10 m, vách trượt 75°. Sạt lở xảy ra cách đây 2 năm, hiện vẫn tiếp tục bị lở. Nơi sạt lở bờ sông cách nhà dân gần nhất khoảng 10 - 15 m. Đất đá cấu tạo bờ sông chủ yếu là cát pha, màu nâu sẫm, ẩm, bờ rời. Đoạn sạt lở bờ trái thuộc địa phận An Thanh, phía dưới cầu phố Lu dài 200 - 300 m, cao 6 - 7 m, ăn sâu vào bờ khoảng 5 m, vách trượt dốc đứng 60 - 70°. Hướng tác động của dòng chủ lưu vào bờ sông ở đầu khu vực này khoảng 50°, sau đó chảy gần song song với bờ sông gây sạt lở. Khu vực sạt lở kéo dài không liên tục, tạo thành những vết lở nhỏ trên đất sét pha, khô, bờ rời, màu nâu xám, phía dưới lộ đá phiến mica. Ngoài ra về phía hạ lưu còn một số điểm xói lở nhỏ dọc bãi bồi cao, nhưng quy mô không đáng kể.



H.II.26. Sạt lở bờ phải sông Thao ở thôn Chung (Phố Lu, Lào Cai)
Ảnh: Nguyễn Đăng Túc

Ngoài các điểm sạt lở bờ sông Thao mô tả ở trên, còn quan sát được một vết sạt lở bờ sông Nậm Thi ở km141 quốc lộ 4D, thuộc địa phận Lào Cai. Sông có lòng hẹp, bờ sông dốc cao tới 10m, cấu tạo từ các đá biến chất của hệ tầng Sông Hồng ($PR_{1-2} sh$). Trượt lở xảy ra trên lớp phong hóa của các đá biến chất. Xét về bản chất đây là hiện tượng trượt - lở đất do tác động kết hợp của lũ lớn trên sông và các tác nhân gây trượt lở đất thông thường khác trên các sườn dốc. Vì quốc lộ 4D ở đoạn này chạy sát bờ sông, sạt lở đã trực tiếp ảnh hưởng đến giao thông. Hiện nay đoạn này đã được xây kè bảo vệ và đã ổn định.

Trên địa phận tỉnh Yên Bái lòng sông Hồng tương đối ổn định, rải rác có hiện tượng sạt lở ở các bãi bồi ven sông. Theo các thông tin của địa phương cũng như khảo sát của chúng tôi chưa thấy các điểm sạt lở đáng kể. Đáng chú ý hơn cả là điểm xói lở ở khu vực cầu Móc Tôm (xã Bảo Đáp, Trấn Yên), cách thành phố Yên Bái khoảng 20 km về phía thượng lưu. Đoạn sạt lở kéo dài khoảng 100m, chiều cao của vách bờ sông tới mặt nước vào thời điểm khảo sát (12/2002) khoảng 4 - 5m (H.II.27). Tại điểm này sông uốn khúc, dòng chảy chuyển từ hướng đông bắc sang đông. Sạt lở xảy ra trên thềm I gồm sét, sét pha cát. Phần chân (sát với lòng sông) lộ đá gốc là các đá hoa thuộc hệ tầng sinh quyền ($PR_1 sq$). Vết sạt đã vào sát tỉnh lộ Yên Bái đi Văn Yên. Mặc dù đoạn bờ sông này đã được kè lát mái trên một đoạn khoảng 20m và tốc độ xói lở không lớn, nhưng hàng năm vẫn bị lở, đe dọa đến tuyến đường. Hiện đã có phương án kè tái dòng, nhưng chưa được thực hiện. Ở khu vực cửa ngòi Hút (xã Đông An, Văn Yên) trên bờ trái sông đã xảy ra xói lở bờ, có nơi đã sạt lở vào sát nhà dân. Sạt lở xảy ra trên thềm I, tạo vách đứng cao tới 3m (H.II.28).



H.II.27. Sạt lở bờ trái sông Thao ở Móc Tôm(Báo Đáp, Trấn Yên, Yên Bái).
Ảnh: Phạm Tích Xuân

Đề tài: "Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống"
Đề tài nhánh: "Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc"



H.II.28. Sạt lở bờ phải sông Thao ở khu vực cửa Ngòi Hút (Đông An, Văn Yên, Yên Bái) Ảnh: Phan Đông Pha

2. Phân hạ lưu từ Hậu Bổng (Hạ Hòa, Phú Thọ) đến TP. Việt Trì

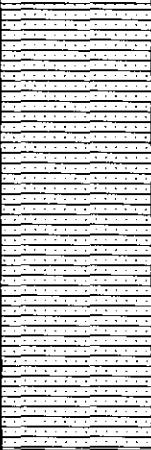
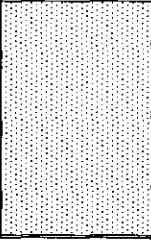
Sạt lở bờ sông đã thường xuyên xảy ra ở nhiều nơi dọc sông Thao từ khu vực Hậu Bổng (Hạ Hòa) đến TP Việt Trì, có nơi rất nghiêm trọng và vẫn đang có nhiều diễn biến phức tạp. Có thể nói đây là khu vực có các hoạt động sạt lở bờ sông mạnh nhất, phức tạp nhất trên toàn tuyến sông Thao.

a) Đoạn từ Hậu Bổng đến Hồng Đà

Đây là đoạn sông có dòng chảy tương đối thẳng với các khúc uốn cong khá thoải, lòng sông hẹp, độ dốc sông lớn. Hiện tượng sạt lở bờ sông đã xảy ra rải rác ở một số xã như: Liên Phương, Mai Tùng, TT. Hạ Hòa, Minh Hạc, Vĩnh Châu, Vụ Cầu, Vũ Ân, Sai Nga, Cát Trù, Thanh Minh, Tĩnh Cương (Phú Thọ) (Bảng II.3).

Khu vực xã Liên Phương (Hạ Hoà- Phú Thọ) là một cung uốn cong gần hoàn chỉnh. Dòng chủ lưu đang chảy thẳng từ Yên Bái về đến Hậu Bổng đột ngột đổi hướng 90° về phía bờ phải đến Linh Thông gặp phải dãy núi cao của các thành tạo Devon rắn chắc lại đổi hướng 180° lần nữa xói thẳng vào phía Liên Phương gây sạt lở, khi gặp tầng Neogen lại đổi hướng 90° và quay về phương ban đầu. Khu vực Liên Phương tuy đã có đê bao bảo vệ, nhưng quá trình xói lở vẫn còn tiếp tục xảy ra ở hai vị trí bờ phía Bắc và Nam Hậu Bổng thu hẹp khoảng cách giữa hai điểm xói và có thể dẫn đến hiện tượng cắt dòng khi xuất hiện điều kiện thích hợp.

Tại điểm sạt lở thị trấn Hạ Hoà và xã Minh Hạc tỉnh Phú Thọ lòng sông chảy theo phương TB - ĐN (320°), tác động trực tiếp vào bờ trái sông Thao gây ra sạt lở bờ. Dọc bờ sông đã được trồng tre để hạn chế sự tác động của dòng nước vào bờ. Vào thời điểm khảo sát, mực nước cạn, nên chỉ quan sát được các vết sạt nhỏ với cung sạt 1 - 1,5m, bán kính cung sạt 0,2 - 0,5m. Bờ sông chủ yếu là đất bồi phù sa, đất thịt, cát pha sét, cát, tính chất cơ lý và

Số hiệu lớp	Chiều sâu (m)	Bề dày (m)	Độ cao đáy lớp (m)	Cột địa tầng	Đặc điểm đất đá
1	1,3	1,3	26,2		Đất đắp, sét + sét pha màu nâu trạng thái dẻo bở
2	4,3	3,0	23,2		Đất thịt pha màu nâu, trạng thái mềm bở
3	11,2	6,9	16,3		Cát pha màu nâu trạng thái dẻo chảy
4	15,0	3,8	12,5		Cát màu xám đen, vàng nhạt, trạng thái rời rạc

H.II.29. Mặt cắt lỗ khoan khu vực ven sông xã Minh Hạc (Hạ Hoà)
 (Theo tài liệu của Sở NN&PTNT Phú Thọ, 2001 có bổ xung tài liệu đo vẽ, khảo sát thực địa)

độ gắn kết kém dễ bị sạt lở (H.II.29). Phía hạ lưu, thuộc địa phận xã Minh Hạc đã có kè dài khoảng 3km, bãi ngoài sông đang được bồi đắp.

Điểm sạt lở xã Mai Tùng (Hạ Hoà, Phú Thọ) nằm ở bờ trái sông Thao là điểm đang bị sạt lở khá mạnh. Tại đây, dòng chảy theo phương tây bắc-đông nam chảy thẳng hoặc chảy xoáy trực tiếp vào bờ cấu thành từ lớp đất phong hoá laterit, lớp đất mùn thực vật. Đoạn sạt lở dài khoảng vài trăm mét, cung sạt với đường kính khoảng 2 - 3m, vách sạt dốc đứng, những đoạn bờ là đất thịt, đất bồi phù sa, cát pha sét thì sạt theo từng khối từ 0,3 - 0,5m³. Theo nhân dân địa phương, tháng VIII/2001, sạt lở đã phá huỷ hoàn toàn nhà anh Hoàng Văn Sâm.

Điểm sạt lở xã Vụ Cầu (Hạ Hoà, Phú Thọ) kéo dài 2km dọc bờ trái sông. Do ảnh hưởng của bãi bồi giữa lòng nên dòng chảy xiên vào bờ, chảy xoáy tác động trực tiếp vào bờ nên gây sạt lở mạnh. Bờ sông được cấu thành từ đất bồi phù sa, đất thịt, đất cát pha sét, cát, gắn kết yếu. Các vết sạt lở thường dài từ 3 - 5m với các cung sạt bán kính từ 0,5 - 3m.

Điểm sạt lở Vũ Ёn (Hạ Hoà, Phú Thọ) xảy ra ở khu vực bãi bồi cao bên bờ trái sông Thao trên một đoạn bờ sông dài khoảng 3km. Hiện tượng xói lở bắt đầu từ tháng 5 năm 2002 và diễn ra với tốc độ rất lớn. Cho đến tháng 12/2002 khu vực này đã bị lún sâu tới 500 m, làm mất đi khoảng 5 ha đất canh tác. Đầu năm 2003 khu vực này đã được kè lát mái bảo vệ dài 1,5km. Tuy nhiên vào thời điểm tháng 10 năm 2003 hiện tượng xói lở vẫn tiếp tục phát triển ở phần cuối kè về phía hạ lưu (H.II.30a,b).

Điểm sạt lở xã Hoàng Cương (Thanh Ba, Phú Thọ) nằm trên bờ trái sông Thao. Đoạn sạt lở kéo dài trên 500m, vách sạt cao tới 10m. Vào thời điểm khảo sát tháng 10/2003 sạt lở đã lún sâu tới gần 50m, cách chân đê khoảng 2m, làm sạt mất một nhà dân (H.II.31).

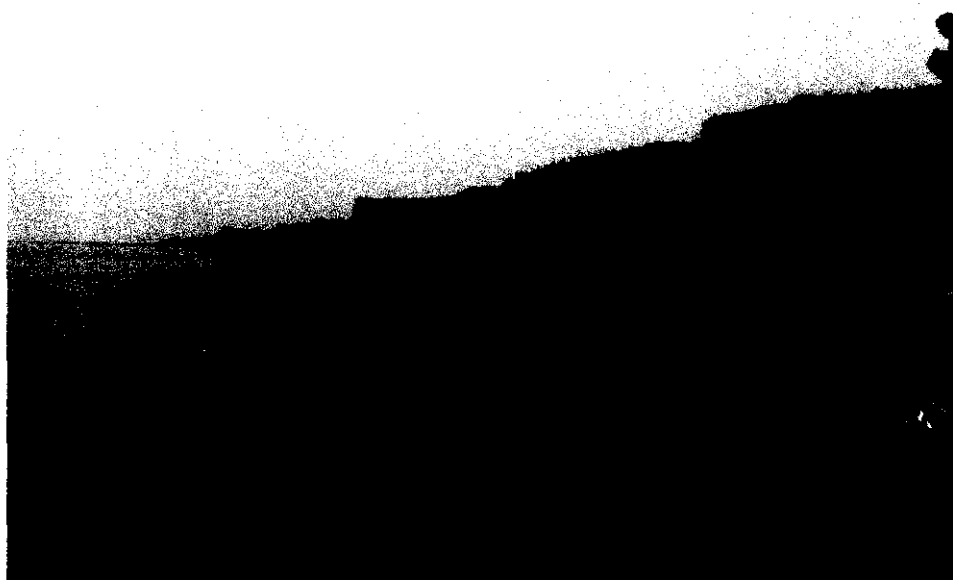
Đề tài: "Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống"
Đề tài nhánh: "Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc"



H.II.30a. Sạt lở bờ trái sông Thao ở Vũ Ẽn (Hạ Hòa, Phú Thọ)
Ảnh: Phạm Tích Xuân (2002)



H.II.30b. Sạt lở bờ trái sông Thao phân hạ lưu kè Vũ Ẽn (Hạ Hòa, Phú Thọ).
Ảnh: Phạm Tích Xuân (2003)



H.II.31. Sạt lở bờ trái sông Thao ở Hoàng Cương (Thanh Ba, Phú Thọ). Ảnh: Phạm Tích Xuân

Điểm sạt lở xã Sơn Nga (Sông Thao, Phú Thọ) bên bờ phải sông Thao xảy ra vào cuối mùa mưa năm 2003. Do xuất hiện bãi bồi lớn phía bờ trái làm đổi hướng dòng chảy áp sát vào bờ phải. Đoạn sạt lở là một đoạn taluy quốc lộ 32C dài khoảng 150m, vách đứng cao tới 15m. Hiện đã có phương án nắn đoạn đường này vào phía trong, cách xa khu vực sạt lở (H.II.32).

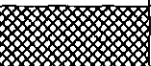
Điểm sạt lở xã Sai Nga (Sông Thao, Phú Thọ) thuộc bờ phải sông Thao. Tại khu vực này sông chảy theo phương Tây bắc - Đông nam có dòng chảy mạnh, phức tạp, chảy thẳng, chảy xoáy tác động trực tiếp vào bờ gây sạt lở mạnh. Bờ sông có thành phần chủ yếu là đất bồi phù sa, đất thịt, đất cát pha sét và mùn thực vật; tính chất cơ lý và độ gắn kết yếu (H.II.33). Vách sạt lở dốc đứng, có chỗ sạt từng khối với kích thước từ 1 đến vài m³ (H.II.34). Địa phương đã tiến hành đóng cọc tre nhằm hạn chế sạt lở.

Đoạn sạt lở xã Phú Khê (Sông Thao, Phú Thọ) nằm ở bờ phải sông Thao có chiều dài khoảng hơn 1km. Ở đoạn sông này dòng chảy mạnh, chảy thẳng và chảy cuộn xoáy theo phương Tây bắc - Đông nam và gần phương Bắc Nam. Thành phần đất đá cấu thành bờ sông gồm đất bồi phù sa, đất thịt, đất cát pha sét, cát, cuội, mùn thực vật, đất phong hoá và đá gốc. Tại thời điểm khảo sát, mặc dù nước cạn nhưng dòng chảy phức tạp, cộng thêm hoạt động nhân sinh trên sông nên bờ phải xói lở tương đối mạnh; quan sát thấy vách sạt dốc đứng, rộng từ 3- 5m, cao từ 3 - 3,5m (H.II.35).

Điểm sạt lở ở khu vực xã Cát Trù, huyện Sông Thao, Phú Thọ kéo dài gần 4km, qua các xã Hiền Đa (gần 1km), Cát Trù (2,1km), Điều Lượng hơn 400m). Ở khu vực xã Cát Trù, năm 1984 đã từng bị lở mất 1/3 chiều dài đê, phải di chuyển hơn 100 hộ dân. Sau một thời gian tạm ổn định đến năm 1997 lại bị lở lại, lở mạnh bắt đầu từ năm 2001. Trong khoảng thời gian 5 năm từ 1998 đến 2003 đã lở sâu trung bình 400m, chỗ sâu nhất tới 900m, làm mất đi



H.II.32. Sạt lở bờ phải sông Thao ở Sơn Nga (Sông Thao, Phú Thọ). Sạt lở đã vào sát đường QL32C. Ảnh: Phạm Tích Xuân

Số hiệu lớp	Chiều sâu (m)	Bề dày (m)	Độ cao đáy lớp (m)	Cột địa tầng	Đặc điểm đất đá
1	1,3	1,3	22,3		Đất đắp, sét + sét pha màu nâu trạng thái dẻo bờ
2		3,7			Đất sét thịt nhẹ màu nâu, trạng thái mềm dẻo
	5,0		18,6		
3		2,5			Đất sét thịt nhẹ màu nâu, trạng thái mềm dẻo
	7,5		16,1		
4		3,5			Đất sét nhẹ, trạng thái mềm chảy nhão
	11,0		12,6		
5		4,0			Cát pha màu xám đen trạng thái bờ rời
	15,0		8,6		

H.II.33. Mặt cắt lỗ khoan khu vực ven sông xã Sai Nga (Sông Thao)

(Theo tài liệu của Sở NN&PTNT Phú Thọ, 2001 có bổ xung tài liệu đo vẽ, khảo sát thực địa)



H.II.34. Sạt lở bờ phải sông Thao thuộc địa phận xã Sai Nga
(Sông Thao, Phú Thọ) Ảnh: Nguyễn Xuân Hãn



H.II.35. Sạt lở bờ phải sông Thao thuộc địa phận xã Phú Khê
(Sông Thao, Phú Thọ). Ảnh: Nguyễn Xuân Hãn

Đề tài: "Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống"
Đề tài nhánh: "Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc"



H.II.36a,b. Sạt lở bờ phải sông Thao thuộc địa phận xã Cát Trù
(Sông Thao, Phú Thọ) Ảnh: Phạm Tích Xuân

200 mẫu đất bãi canh tác, 50 mẫu thổ cư. Vào thời điểm khảo sát 12/2003 sạt lở đã vào sát đường quốc lộ 32C (H.II.36). Năm 2001 xã đã phải di chuyển 7 hộ dân, năm 2002 di chuyển 22 hộ. Năm 2003 đoạn này đã được thả rọ đá, hiện tượng xói lở tạm thời chững lại. Hiện nay đã có phương án kè cứng khu vực này. Xói lở thường xảy ra vào đầu và cuối mùa lũ (khoảng tháng 4 và tháng 9).

Điểm sạt lở xã Hiền Quan, huyện Tam Nông tỉnh Phú Thọ là đoạn sạt lở bờ phải sông Thao. Quan sát đoạn sông này thấy dòng chảy theo phương Tây bắc - Đông nam, dòng chảy mạnh, chảy cuộn xoáy, tác động trực tiếp vào bờ gây sạt lở mạnh phía bờ phải sông. Tại thời điểm khảo sát, quan sát được chiều cao vách sạt tới 2,5m, kéo dài khoảng 1km, vách sạt dốc đứng, sạt theo từng khối với kích thước $>1m^3$. Ngay tại đền thờ Hai Bà Trưng vách sạt chỉ còn cách cổng đền khoảng từ 2 - 2,5m (H.II.37a,b).

Bờ sông được cấu thành từ đất bồi phù sa, đất thịt, đất cát pha sét bờ rời gắn kết yếu (H.II.38).

Điểm sạt lở xã Thạch Sơn (Lâm Thao, Phú Thọ) thuộc bờ trái sông Thao. Tại đoạn sông này dòng chảy theo phương gần như Bắc - Nam, dòng chảy phức tạp, chảy cuộn xoáy, tác động mạnh trực tiếp vào bờ gây sạt lở bờ với chiều dài hơn 1km. Vách sạt dốc đứng, cung sạt với bán kính $>1m$, khối sạt khoảng từ 1 - $5m^3$. Thành phần đất cấu thành bờ sông là đất bồi phù sa, đất thịt, đất cát pha sét, cát.

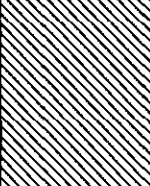
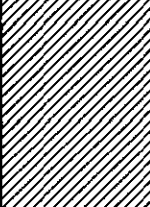
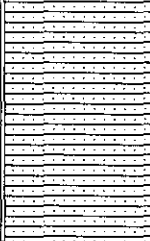
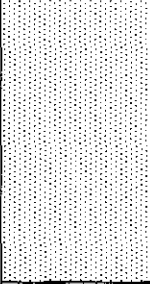
Tại điểm sạt lở thuộc địa phận các xã Hợp Hải, Kinh Kệ (Lâm Thao, Phú Thọ) ở bờ trái sông Thao, quan sát thấy dòng chảy có hướng Tây bắc - Đông nam (310°). Đoạn sạt lở có chiều dài khoảng 1km, đã được kè lát mái bằng đá dài khoảng 500m (H.II.39). Bờ sông được cấu thành từ đất bồi phù sa, đất thịt, cát pha sét, gắn kết yếu (H.II.40). Vách sạt có phương thẳng đứng,



H.II.37a. Sạt lở trái bờ sông Thao thuộc địa phận xã Hiền Quan (Tam Nông, Phú Thọ) Ảnh: Nguyễn Xuân Hãn



H.II.37b. Xói lở bờ sông Thao thuộc địa phận xã Hiền Quan (Tam Nông, Phú Thọ). Vết xói đã vào sát đền thờ Hai Bà Trưng Ảnh: Phan Đông Pha

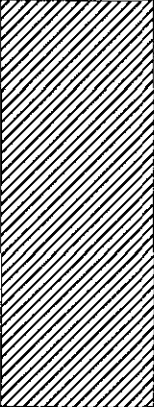
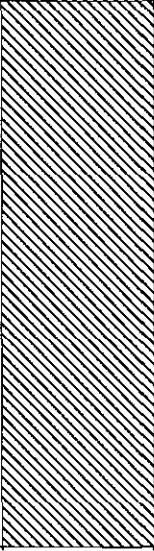
Số hiệu lớp	Chiều sâu (m)	Bề dày (m)	Độ cao đáy lớp (m)	Cột địa tầng	Đặc điểm đất đá
1	3,0	3,0	16,35		Đất sét nhẹ màu nâu, trạng thái mềm dẻo
2	6,1	3,1	13,25		Đất sét nặng màu nâu, trạng thái chặt vừa, dẻo
3	9,5	3,4	9,85		Đất sét pha màu nâu xám, trạng thái mềm chảy
4	15,0	5,5	4,35		Cát hạt mịn màu nâu xám, xám đen, trạng thái rời rạc

H.II.38. Mặt cắt lỗ khoan khu vực ven sông xã Hiền Quan (Tam Nông)

(Theo tài liệu của Sở NN&PTNT Phú Thọ, 2001 có bổ xung tài liệu đo vẽ, khảo sát thực địa)



H.II.39. Sạt lở trái bờ trái sông Thao thuộc địa phận xã Hợp Hải (Lâm Thao, Phú Thọ) Ảnh: Nguyễn Xuân Hãn

Số hiệu lớp	Chiều sâu (m)	Bề dày (m)	Độ cao đáy lớp (m)	Cột địa tầng	Đặc điểm đất đá
1	2,4	2,4	14,8		Đất thịt nhẹ màu nâu xám, nâu đỏ, trạng thái mềm xốp
2	7,0	4,6	10,2		Đất phù sa màu xám đen, xám xanh, trạng thái mềm dẻo

H.II.40. Mặt cắt lỗ khoan khu vực ven sông xã Hợp Hải (Lâm Thao)

(Theo tài liệu của Sở NN&PTNT Phú Thọ, 2001 có bổ xung tài liệu đo vẽ, khảo sát thực địa)

các cung sạt có bán kính $>1\text{m}$, khối sạt $>1\text{m}^3$. Xói lở mạnh thường xảy ra vào đầu hoặc cuối mùa lũ hàng năm.

Bảng II.3. Hiện trạng sạt lở bờ sông Tnạp đoạn Hậu Bổng - Hồng Đà

TT	Địa điểm (xã)	Thời gian bắt đầu lở	Diện tích đất bãi ven sông			Mức độ thiệt hại		Mức độ sạt lở
			Tổng d.tích (ha)	Đất thổ cư (ha)	Đất canh tác (ha)	D.tích đất bị lở (ha)	Số hộ di dời (hộ)	
Huyện Hạ Hoà								
1	Mai Tùng	6/2000	3,5	3,5	-	> 0,3	-	
2	Minh Hạc	7/1997	6	4,5	-	> 4,5	25	3,5m/tháng
Huyện Sông Thao								
3	Sai Nga	1997	9,1	9,1	-	> 3,9	15	10m/năm
4	Cát Trù	1995	92,33	12,86	65,0	> 61,47	-	9m/tháng
Thị xã Phú Thọ								
1	Phong Châu	1995	13	3	10	> 13	103	1,1m/tháng
2	Thanh Minh	1995	20,21	12,55	7,66	> 7,8	16	0,4m/tháng
Huyện Lâm Thao								
3	Hợp Hải	1998	38	15	23	> 7,5	Nhiều	
4	Kinh Kệ	1997	-	-	-	-	Nhiều	
Huyện Tam Nông								
5	Vực Trường	1996	5,6	1,2	4,4	> 4,6	12	0,8m/tháng
6	Hiền Quan	8/1999	13	4,0	9,0	> 13	10	2,8m/tháng
7	Tam Cường	1/1998	8,0	-	-	-	-	1,7m/tháng
8	Hồng Đà	1995	394,76	326,56	68,2	> 17,0	Nhiều	

b) Đoạn từ Hồng Đà đến Việt Trì

Trên đoạn sông từ Hồng Đà đến Việt Trì trong nhiều năm qua đã xảy ra sạt lở bờ sông ở nhiều nơi, có nơi rất nghiêm trọng (bảng II.4).

Điểm sạt lở xã Vĩnh Lại (Lâm Thao, Phú Thọ) nằm trên đoạn bờ trái sông Thao có dòng chảy theo phương gần như nam - bắc. Dòng nước chảy mạnh tác động trực tiếp vào bờ gây sạt lở mạnh trên chiều dài khoảng gần 1km với vách sạt dốc đứng cao tới 10m, cung sạt lở có bán kính từ 1 - 2,5m. Thành phần đất cấu thành bờ sông là đất phù sa, đất thịt, đất cát pha sét, đất mềm bở, độ gắn kết yếu.

Đoạn bờ trái sông Thao thuộc địa phận Minh Nông, Tiên Cát (thành phố Việt Trì) và xã Tân Đức (Ba Vì, Hà Tây) bị xói lở mạnh trong nhiều năm nay (H.II.41a). Tại đây sông có dòng chảy theo phương đông - tây (270^0). Do tác động của dòng nước chảy thẳng, chảy cuộn xoáy tác động mạnh trực tiếp vào bờ gây sạt lở. Thành phần đất cấu thành bờ sông là đất bồi phù sa, đất thịt, đất cát, tính chất cơ lý và mức độ gắn kết yếu sạt lở mạnh (H.II.42a,b). Vách sạt lở dốc đứng cao tới trên 10m, cung sạt với bán kính 1,5 - 2m, dài 3m (H.II.43).

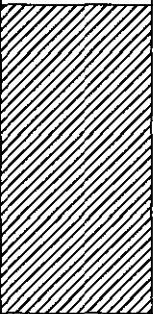
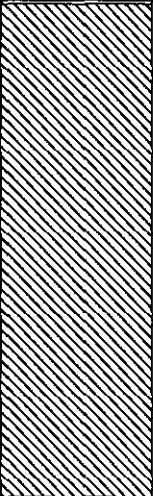
Riêng xã Tân Đức (Ba Vì - Hà Tây) là xã vùng bãi thuộc bờ trái sông Thao, liên với các xã của tỉnh Phú Thọ đã bị sạt lở nghiêm trọng (H.II.41b). Năm 1987, Tân Đức có diện tích đất tự nhiên là 355ha (805 hộ, 3.900 nhân khẩu), nay đã bị mất 280ha chỉ còn 75ha. Có nơi bị lở sâu vào đất liền đến 700m. Số hộ dân phải di dời trong những năm qua là: 1997 - 1998: 110 hộ, 1998 - 1999: 140 hộ, 1999: 100 hộ, 2000: 110 hộ, năm 2001: gần 100 hộ. Có những hộ đã phải di chuyển nhà tới 3 lần. Thông thường, vào đầu mùa lũ, hoặc khi nhà máy thủy điện Hòa Bình xả lũ thì hiện tượng sạt lở bờ xảy ra rất mạnh trên toàn tuyến bờ sông dài trên 1,5km. Đặc biệt, năm 2001 riêng trong tháng 6 đã lở sâu vào đất liền tới 90 - 100m, có những ngày lở tới 15m. Đất canh tác có chiều dài bị lở trên 1.000m, sâu lún vào đất liền 80m, mất 8ha hoa màu; đất thổ cư đã bị lở trên chiều dài 450m, sâu lún vào đất liền 90m, mất 4ha, 83 hộ phải bỏ nhà chạy đất lở, trong đó có 53 hộ phải đi ở nhờ. Tổng số



H.II.41a. Xói lở bờ trái sông Thao thuộc địa phận xã Minh Nông
(TP. Việt Trì, Phú Thọ) Ảnh: Phạm Tích Xuân

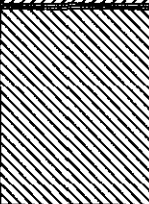
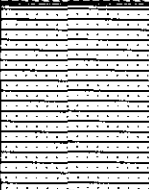
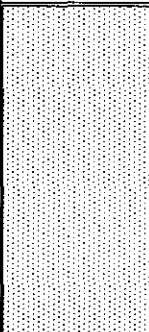


H.II.41b. Xói lở bờ trái sông Hồng thuộc địa phận xã Tân Đức
(Ba Vì, Hà Tây) Ảnh: Phạm Tích Xuân

Số hiệu lớp	Chiều sâu (m)	Bề dày (m)	Độ cao đáy lớp (m)	Cột địa tầng	Đặc điểm đất đá
1	6,6	6,6	13,75		Đất sét pha màu nâu nhạt, trạng thái mềm, dẻo, xốp
2	13,8	7,2	6,55		Đất sét nặng, màu nâu nhạt, có chỗ màu xám xanh, trạng thái chặt quánh
3	17,0	3,2	3,35		Đất sét pha màu nâu nhạt, trạng thái mềm dẻo

H.II.42a. Mặt cắt lỗ khoan khu vực ven sông phường Tiên Cát (TP Việt Trì)

(Theo tài liệu của Sở NN&PTNT Phú Thọ, 2001 có bổ xung tài liệu đo vẽ, khảo sát thực địa)

Số hiệu lớp	Chiều sâu (m)	Bề dày (m)	Độ cao đáy lớp (m)	Cột địa tầng	Đặc điểm đất đá
1	3,5	3,5	11,0		Đất sét nặng màu nâu gụ, đôi chỗ nâu nhạt, trạng thái dẻo cứng, chặt vừa
2	6,3	2,8	8,2		Đất sét pha màu xám nâu, xám tro nhạt, vàng nhạt, trạng thái chặt dẻo, chặt vừa
3	8,4	2,1	6,1		Đất cát pha màu xám tro nhạt, trạng thái chặt vừa
4	15,0	6,6	-0,5		Đất cát màu xám nâu, xám tro nhạt trạng thái rời rạc

H.II.42b. Mặt cắt lỗ khoan khu vực ven sông xã Minh Nông (TP Việt Trì)

(Theo tài liệu của Sở NN&PTNT Phú Thọ, 2001 có bổ xung tài liệu đo vẽ, khảo sát thực địa)

hộ cần phải di dời khẩn cấp là 150 hộ. Năm 1998 đã phải di chuyển 49 hộ đi nông trường của tỉnh. Năm 1999, đã đưa 13 hộ đi xây dựng kinh tế mới ở Đắk Lak. Trong các năm 2000, 2001 và 2002 di dời 150 hộ theo phương án di dân tập trung nội huyện và 100 hộ rải ra các xã của huyện. Từ tháng 4 năm 2002 bắt đầu tiến hành kè lát mái khu vực này. Cho đến cuối năm 2002 hoàn thành kè. Hiện nay đoạn bờ này đã ổn định. Tuy nhiên vào thời điểm 12/2003 vẫn còn 125 hộ không có đất ở, đang phải đi ở nhờ. Đã có phương án giải quyết, đưa 40 hộ đi Quảng Ninh, còn lại 85 hộ do tỉnh Phú Thọ tiếp nhận. Chính phủ đã có phương án sát nhập xã Tân Đức vào thành phố Việt Trì (Phú Thọ). Tổng diện tích đất ở của xã có khoảng 140 ha nay chỉ còn 40 ha. Toàn bộ đất bãi canh tác dọc sông đã bị lở hết, hiện nay nhân dân phải canh tác trên đất thuê lại của xã Minh Nông. Với dự án di dân nội tỉnh thì chi phí tối thiểu cho mỗi hộ cũng khoảng 70 triệu đồng, ngoài ra còn các chi phí xây dựng hạ tầng cơ sở nơi định cư mới đã gây thiệt hại không nhỏ cho ngân sách địa phương, chưa kể đến các vấn đề xã hội như ổn định đời sống, giải quyết công ăn việc làm, việc học hành của trẻ em, việc chăm sóc sức khỏe cho dân... Thêm vào đó là các thiệt hại do mất đất canh tác, thiệt hại vật chất (nhà cửa, đường sá, kênh mương...). Có thể thấy hậu quả của sạt lở bờ sông là rất nghiêm trọng, gây thiệt hại không nhỏ và việc khắc phục nó cũng không đơn giản.

Khu vực phường Bạch Hạc (TP. Việt Trì), trong những năm gần đây hầu như năm nào cũng đã bị sạt lở. Từ năm 1995 đến nay đã bị lở mất 8/10ha đất ngoài đê và đã phải di dời 75 hộ. Hiện đã có kè ở một số đoạn xung yếu, nhưng ở một số nơi tuyến đê ngăn lũ vẫn còn bị đe dọa. Đặc biệt, từ sau khi có kè Tân Đức, hiện tượng xói lở bờ ở đoạn này đang có xu hướng gia tăng.

Bảng II.4. Hiện trạng sạt lở bờ sông đoạn hợp lưu Thao - Đà - TP. Việt Trì

TT	Địa điểm (xã)	Thời gian bắt đầu lở	Diện tích đất bãi ven sông			Mức độ thiệt hại		Mức độ sạt lở
			Tổng diện tích (ha)	Đất thổ cư (ha)	Đất canh tác (ha)	D. tích đất bị lở (ha)	Số hộ di dời (hộ)	
Huyện Lâm Thao (Phủ Thọ)								
1	Vĩnh Lại	1988	53	44	9	> 8,6		2m/tháng
TP Việt Trì (Phủ Thọ)								
2	Tiên Cát	1995	11,0	5,0	6,0	> 2,5 thổ cư		2m/tháng
3	Minh Nông	1995	113,8	3,8	110,0	> 91		2m/tháng
4	Bạch Hạc	1995	10	2	8	> 8		
Huyện Ba Vì (Hà Tây)								
5	Tân Đức	1987	317	-	-	> 242	>300	15m/năm

Tóm lại, khu vực hợp lưu các nhánh chính của hệ thống sông Hồng trong 50 năm qua có quá trình phát triển lòng dẫn rất mạnh. Hiện tượng xói lở diễn ra cả hai phía bờ sông. Điều này có thể lý giải bởi chế độ thủy văn - thủy lực vùng hợp lưu rất phức tạp do các tổ hợp lũ không cùng pha trên các nhánh sông. Ngoài ra, tác động của con người thông qua quá trình điều tiết nước lũ và vận hành phát điện theo chu trình ngày - đêm tại Thủy điện Hoà Bình có ảnh hưởng đáng kể đến quá trình phát triển tự nhiên của lòng dẫn sông Hồng. Hơn nữa, hệ thống kè lát mái và kè chỉnh dòng được xây dựng khá nhiều trên đoạn này đã làm cho hiện tượng biến động dòng chảy và xói lở bờ thêm phức tạp. Hiện tượng xói lở có nguy cơ đe dọa nhiều khu dân cư dọc bờ sông và đặc biệt là an toàn của các tuyến đê ngăn lũ cả hai phía bờ sông.

II.4. Hiện trạng tai biến sạt lở bờ sông Lô

II.4.1. Biến động lòng dẫn

a) Giai đoạn 1965 - 1993 (H.II.44)

Phần thượng lưu từ xã Đội Cấn (Yên Sơn, Tuyên Quang) đến Trị Quận (Phù Ninh, Phú Thọ), sông Lô chảy giữa các vùng đồi thấp thuộc huyện Yên Sơn và Đoan Hùng, lòng sông nhìn chung tương đối ổn định. Trên đoạn này xuất hiện các cung uốn, trong đó có cung uốn gần hoàn thiện ở khu vực thị trấn Đoan Hùng và các cung uốn nhỏ hơn ở Đông Thọ, Vụ Quang, Phú Mỹ. Chính tại khúc uốn thị trấn Đoan Hùng, xói lở tương đối mạnh bên bờ phải trên một đoạn bờ sông dài gần 10km thuộc các xã Chí Đám, TT. Đoan Hùng và Sóc Đăng. Xói lở nhẹ cũng xuất hiện xen kẽ cả hai bờ ở các khúc uốn khác như Cấp Tiến, Đông Thọ, Tân Tào, Sầm Dương.

Phần hạ lưu từ Trị Quận đến hợp lưu với sông Thao ở Việt Trì, lòng sông mở rộng, độ dốc giảm, xuất hiện các bãi bồi. Trên đoạn này có một cung uốn kép ở khu vực xã An Đạo - Tử Đà (Phù Ninh, Phú Thọ). Xói lở đã xảy ra ở nhiều nơi phía bờ phải như khu vực xã An Đạo, Bình Bộ, Vĩnh Phú (Phù Ninh) và xã Sông Lô (TP. Việt Trì). Bên bờ trái các khu vực bị xói lở nằm trên đỉnh cong kéo dài hơn 5 km thuộc các xã Tam Sơn, Như Thụy và một số đoạn xói lở nhẹ thuộc các xã Đức Bác, Cao Phong (Lập Thạch, Vĩnh Phúc). Khác với đoạn trên, ở đoạn này xói lở bờ sông xảy ra chủ yếu trên các bãi bồi cao, quy mô cũng lớn hơn.

b) Giai đoạn 1993 - 2001 (H.II.45)

Khác với giai đoạn trước, trong giai đoạn này lòng sông Lô rất ổn định, hiện tượng bồi tụ chiếm ưu thế, xói lở thường có quy mô không đáng kể. Xuất hiện hàng loạt các bãi bồi giữa sông ở khu vực các xã Cấp Tiến, Quyết Thắng,

Đại Nghĩa (Đoan Hùng), Bạch Lưu, Phương Khoan (Lập Thạch) và phường Trung Vương (TP. Việt Trì). Bên bờ phải, rải rác có các xói lở nhẹ tại các đỉnh cong ở Chí Đám (Đoan Hùng), Tiên Du, An Đạo, Vĩnh Phú (Phù Ninh). Xói lở cũng xảy ra ở các bãi bồi giữa sông ở khu vực phường Trung Vương (TP. Việt Trì). Bên bờ trái xói lở nhẹ ở khu vực Sâm Dương, Phương Khoan, Tứ Yên (Lập Thạch).

II.4.2. Hiện trạng

Phần thượng lưu và trung lưu từ Hà Giang đến Đoan Hùng sông Lô vẫn mang tính chất của sông miền núi, lòng sông tương đối hẹp, nhiều nơi sông chảy trên đá gốc. Lòng sông uốn khúc giữa các dãy núi cao ở phần thượng lưu và giữa các dãy đồi thấp ở phần trung lưu. Nhìn chung bờ sông ở phần này ít bị xói lở, hoặc xói lở phần lớn có quy mô nhỏ. Một số điểm xói lở đáng chú ý gồm có: điểm sạt lở ở cửa khẩu Thanh Thủy, thôn Nà Sắt (Thanh Thủy), Khu vực TX. Hà Giang, xã Đạo Đức (Vị Xuyên). Phần hạ lưu, rải rác có các điểm xói lở ở cả hai bên bờ sông, mức độ sạt lở mạnh hơn so với đoạn thượng lưu. Trên đoạn hạ lưu, những điểm sạt lở đáng chú ý gồm có: điểm sạt lở xã An Đạo và xã Vĩnh Phú (Phù Ninh, Phú Thọ).

1. Điểm sạt lở ở cửa khẩu Thanh Thủy

Sạt lở bờ phải sông Lô ở cửa khẩu Thanh Thủy, huyện Vị Xuyên tỉnh Hà Giang đã xảy ra mạnh vào mùa lũ năm 2002, trên đoạn bờ dài 30 - 40m, lún sâu vào đất liền khoảng 4 - 5m. Thung lũng sông Lô ở đây có cấu trúc bất đối xứng với bờ trái là vách núi đá vôi dốc đứng, còn phía bờ phải địa hình thoải hơn với nhiều mức địa hình. Mức thấp nhất sát bờ có độ cao tương đối khoảng 7-10m, được tạo bởi bồi tích và sản phẩm phong hoá từ đá gốc. Dòng chảy sông Lô, đoạn Thanh Thủy - Hà Giang, nhìn chung có phương TB - ĐN, nhưng tại cửa khẩu Thanh Thủy dòng sông hơi uốn khúc với hướng chảy từ



H.II.46. Sạt lở bờ tại cửa khẩu Thanh Thủy (Hà Giang). Phần kè bê tông ở phía xa là đất Trung Quốc. Ảnh: Phạm Tích Xuân

đất Trung Quốc vào lãnh thổ nước ta là bắc xuống nam, còn trên lãnh thổ nước ta hướng dòng chảy lại chuyển sang TB xuống ĐN. Do uốn khúc cộng với kè bờ phải sông của Trung Quốc bằng bê tông đã làm hẹp đáng kể dòng chảy của sông, làm tăng động lực dòng, tác động mạnh vào bờ phải sông, phía Việt Nam, đặc biệt trong mùa lũ, gây nên trượt - lở. Để ngăn chặn hiện tượng trượt - lở này, Nhà nước ta đã cho kè ngay bờ phải đoạn bờ sông đã bị lở này bằng rọ đá (H.II.46).

2. Sạt lở bờ sông ở thôn Nà Sét xã Thanh Thủy

Điểm sạt lở bờ ở thôn Nà Sét xã Thanh Thủy, huyện Vị Xuyên tỉnh Hà Giang (cách thị xã Hà Giang 16km về phía TB) xảy ra ở phía bờ trái, nơi có dải bãi bồi cao, gồm: cuội cát, cát - sét màu xám trắng, xám gụ. Hiện tượng lở xảy ra vào mùa lũ năm 2002 làm mất khoảng 3 ha diện tích canh tác (theo thông tin của anh Thảo - Chủ tịch UBND xã Thanh Thủy). Theo những quan sát của chúng tôi, hiện tượng sạt lở bờ kéo dài trên một đoạn bờ sông khoảng 300m, sông lấn sâu vào bờ khoảng 20 - 30m (H.II.47).

Dòng chảy sông Lô đoạn này chảy khá thẳng theo phương TB - ĐN và thung lũng sông cũng có dạng bất đối xứng: bờ trái là các vách núi đá vôi dốc đứng, dạng bậc thấp dần về phía lòng sông, sát mép sông có dải bãi bồi độ cao tương đối 3 - 6m; còn bờ phải là các quả đồi và núi tạo bởi các đá biến chất với vỏ phong hoá dày trên 5m.

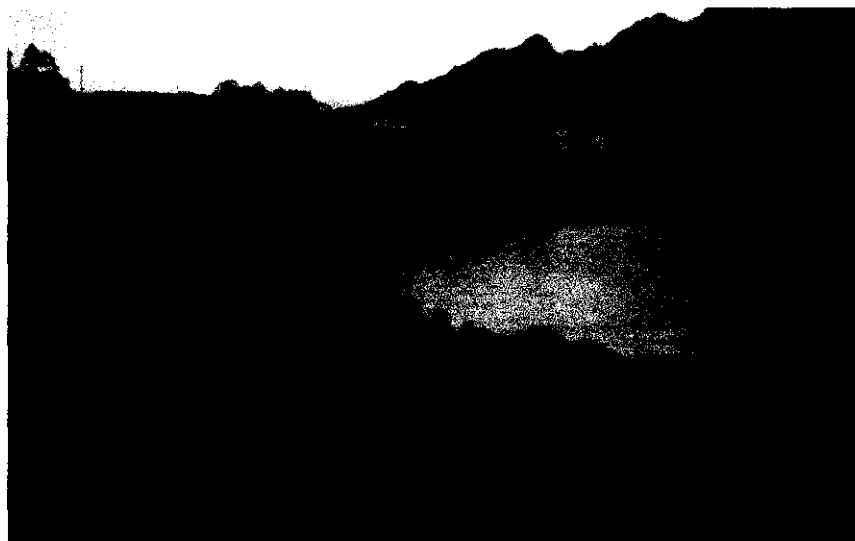
3. Sạt lở bờ sông ở phường Nguyễn Trãi, thị xã Hà Giang

Sạt lở bờ sông Lô ở phường Nguyễn Trãi, thị xã Hà Giang, tỉnh Hà Giang xảy ra ở hai điểm và đều ở bờ phải, nơi dòng chảy sông Lô uốn khúc từ á kinh tuyến chuyển sang TB - ĐN và từ ĐB-TN chuyển sang á kinh tuyến (Cầu Mè). Ở đây thung lũng Sông Lô mở rộng hơn so với đoạn sông Thanh

Đề tài: "Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống"
Đề tài nhánh: "Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc"



H.II.47. Sạt lở thuộc địa phận xã Thanh Thủy (Vị Xuyên, Hà Giang).
Ảnh: Phạm Tích Xuân



H.II.48. Sạt lở bờ phải sông Lô ở TX. Hà Giang. Ảnh: Phạm Tích Xuân

Thủy - Hà Giang. Hai bờ sông là các bậc thềm sông bậc I và II, với các kiểu tích tụ, để hoặc hỗn hợp. Có chỗ thềm được tạo bởi các trầm tích sông gồm cuội, cuội sỏi, cát, bột dày 5 - 7m. Chúng phủ trên đá gốc là đá vôi hoặc các đá biến chất. Sạt lở bờ sông ở đây diễn ra nhiều năm làm mất đất của khu dân cư thuộc thị xã và ảnh hưởng đến quốc lộ 2. Trước hiện tượng xói lở này địa phương đã cho kè kiên cố ở hai đoạn với tổng chiều dài tới 300m (H.II.48).

4. Xói lở bờ sông ở xã Đạo Đức, huyện Vị Xuyên, tỉnh Hà Giang

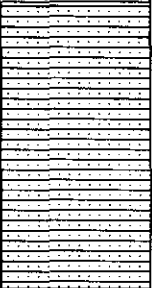
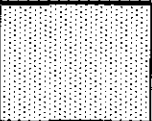
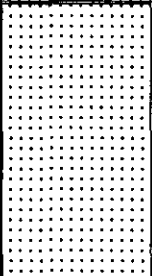
Xói lở bờ sông Lô ở địa phận xã Đạo Đức, huyện Vị Xuyên, tỉnh Hà Giang diễn ra trên đoạn sông dài khoảng 2,5km, có tới 5 điểm. Bốn điểm xói lở xảy ra ở phía bờ trái, chủ yếu là thềm bậc I với độ cao tương đối khoảng 7 - 8 - 10m, trầm tích tạo thềm gồm dưới là lớp cuội tảng; tiếp đến là lớp cát, sét màu nâu đất, nơi dòng chảy sông hơi uốn khúc từ tây nam sang nam rồi lại chuyển sang ĐN. Điểm xói lở thứ 5 ở phía bờ phải, nơi sông chuyển từ á kinh tuyến sang đông - đông nam. Ở đây xói lở bờ diễn ra từ 1999 đến nay, dài khoảng 200m, trên đoạn sông chảy về đông - đông nam, cho đến nay sông đã lấn sâu về phía bờ phải khoảng gần 100m, làm cho các công trình phụ của nhà anh Đào Xuân Hồng bị lở xuống sông, buộc anh Hồng phải chuyển nhà chính vào cách bờ sông hiện tại 25m, còn nhà bếp của anh hiện đang có nguy cơ lở xuống sông. Cột điện cao thế 35KV cũng đã phải chuyển sâu vào trong bờ nhưng cho đến nay cột điện này cũng chỉ còn cách bờ 15m (H.II.49) và cũng rất có thể bị lở xuống sông trong tương lai nếu không có những biện pháp ngăn chặn hiện tượng lở này. Xói - lở bờ sông ở điểm này còn có thể lấn tới quốc lộ 2, vì mép bờ chỉ cách quốc lộ 2 khoảng 10m. Điểm lở này cũng xảy ra trong phạm vi thềm bậc I, thềm tích tụ với trầm tích thềm gồm cát, sạn, dày 2,5m; cát mịn và sét màu xám, xám đen dày 4-5m (H.II.50). Tại chỗ sạt lở còn thấy nước ngầm thấm ra, có chỗ tập trung thành dòng nhỏ.



H.II.49. Sạt lở bờ phải sông Lô ở xã Đạo Đức (Vị Xuyên, Hà Giang)
Ảnh: Phạm Tích Xuân



H.II.51. Một đoạn bờ sông bị xói lở ở xã An Đạo (Phù Ninh, Phú Thọ)
Ảnh: Phạm Tích Xuân

Số hiệu lớp	Chiều sâu (m)	Bề dày (m)	Độ cao đáy lớp (m)	Cột địa tầng	Đặc điểm đất đá
1	4,1	4,1	11,55		Đất thịt màu nâu, vàng nhạt, trạng thái bờ rời
2	8,7	4,6	6,95		Cát pha màu nâu nhạt, trạng thái mềm bờ
3	10,6	1,9	5,05		Cát hạt thô màu vàng nhạt, kết cấu rời rạc
4	15,0	4,4	0,65		Cát, cuội, sỏi hạt thô màu vàng nhạt, kết cấu rời rạc

H.II.52. Mặt cắt lỗ khoan khu vực ven sông xã An Đạo (Phù Ninh)

(Theo tài liệu của Sở NN&PTNT Phú Thọ, 2001 có bổ xung tài liệu đo vẽ, khảo sát thực địa)

Điểm xói lở bờ sông xã An Đạo (Phù Ninh, Phú Thọ) nằm ở bờ phải sông Lô (H.II.51). Xói lở bờ xảy ra trên bãi bồi cao, được cấu thành từ các trầm tích bờ rời, dưới cùng là cát, cuội, sỏi hạt thô kết cấu rời rạc, trên là lớp cát, trên cùng là lớp sét pha (H.II.52). Xã An Đạo có tổng diện tích đất bãi là 58ha, trong đó có 49,4ha đất canh tác và 8,6ha đất thổ cư. Diện tích đất bị lở tới 32ha, số hộ phải di dời là 120 hộ. Hiện nay khu vực này đã có kè, tuy nhiên hiện tượng sạt lở nhẹ vẫn tiếp tục diễn ra ở cả phần thượng lưu lẫn hạ lưu kè.

Tương tự như ở An Đạo, điểm sạt lở thuộc địa phận xã Vĩnh Phú (Phù Ninh, Phú Thọ) cũng xảy ra bên bờ phải sông Lô trong phạm vi bãi bồi cao. Đây là một khúc uốn nhẹ, do có sự xuất hiện một bãi bồi khá lớn bên bờ trái thuộc địa phận xã Tứ Yên (Lập Thạch, Vĩnh Phúc) làm đổi hướng dòng chảy gây xói lở bờ phải. Khu vực này bắt đầu bị lở từ năm 1995 đến nay. Hiện đã bị lở mất 65/170ha đất bãi. Tuy nhiên vào thời điểm khảo sát (cuối năm 2003) bờ sông khu vực này đã tạm ổn định.

Ngoài ra, các điểm sạt lở bờ sông Lô với qui mô nhỏ còn gặp rải rác ở một số nơi như: khu vực bến đò Tràng Đà (bờ trái), xã Tràng Đà, huyện Yên Sơn, tỉnh Tuyên Quang, nơi dòng chảy sông chuyển từ á vĩ tuyến sang á kinh tuyến; bờ trái khu vực bến phà Bình Ca (cũ) thuộc xã Tiến Bộ, huyện Yên Sơn, tỉnh Tuyên Quang, nơi dòng chảy sông chuyển từ TB - ĐN sang á kinh tuyến; bờ phải của sông và phía bờ phải cù lao giữa sông thuộc xã An Khang, huyện Yên Sơn, tỉnh Tuyên Quang, nơi dòng sông uốn khúc từ bắc - nam sang TB - ĐN. Phần đất bị lở chủ yếu là bồi tích thuộc thềm I, thứ đến là thuộc bãi bồi cao. Các điểm sạt lở này đều có quy mô nhỏ, vào thời điểm khảo sát (12/2002) bờ sông ổn định.

Trên sông Phó Đáy, một phụ lưu của sông Lô, hiện tượng sạt lở bờ sông nhìn chung có quy mô không đáng kể và thường liên quan với các trận



H.II.53a. Sạt lở bờ trái sông Phó Đáy ở xã Trung Yên (Yên Sơn, Tuyên Quang) . Ảnh: Phạm Tích Xuân



H.II.53b. Sạt lở bờ phải sông Phó Đáy ở xã Trung Yên (Yên Sơn, Tuyên Quang). Vết sạt đã vào sát đường tỉnh lộ. Ảnh: Phạm Tích Xuân

lũ lớn, hoặc lũ quét. Đáng chú ý là điểm xói lở ở xã Trung Yên (Yên Sơn, Tuyên Quang). Xói lở bờ xảy ra ở cả hai bên bờ vào mùa mưa các năm 2001 và 2002, trên một đoạn sông dài khoảng 2,5km (H.II.53a,b). Tại đoạn này sông Phó Đáy uốn khúc và đổi hướng chảy liên tục. Xói lở bờ sông đã phá huỷ khoảng gần 10 ha diện tích đất canh tác dọc hai bờ sông. Lòng sông có chỗ đã bị di dời đi chỗ khác, đáng chú ý là điểm xói lở bên bờ phải đã tới sát mép đường liên tỉnh Sơn Dương - Tân Trào - An Toàn Khu. Xói lở chủ yếu xảy ra ở bãi bồi cao và thềm bậc I (H.II.54). Quan sát vách lở thấy các lớp bồi tích như sau: dưới là lớp sét đen, xám xanh dày 0,5 - 0,7m; tiếp đến lớp cát pha sét màu xám tro, xám trắng dày 3 - 4m; trên cùng là lớp cát dầy 0,5m.

Dòng sông Phó Đáy ở đoạn này có hướng chảy chung là từ bắc - tây bắc xuống nam - đông nam, nhưng có nhiều khúc uốn với các khúc sông phương TB - ĐN, á kinh tuyến, TB - ĐN, á kinh tuyến, ĐB - TN, á kinh tuyến, rồi đông - đông nam.

II.5. Hiện trạng tai biến sạt lở bờ sông Cầu - Thương - Lục Nam

II.5.1. Biến động lòng dẫn

a) Giai đoạn 1965 -1995

Do hạn chế về tư liệu ảnh, biến động dòng chảy các sông Cầu, Thương và Lục Nam chỉ đánh giá được ở phần hạ lưu (H.II.55).

Trên sông Cầu, hiện tượng xói lở, bồi tụ xen kẽ hai bên bờ sông, nhưng các điểm xói lở chủ yếu tập trung bên bờ phải tại các đỉnh cong Quế Tân, Phú Lãng, Châu Phong thuộc huyện Quế Võ (Bắc Ninh). Một số điểm xói nhẹ bên bờ trái như khu vực xã Yên Lư, Tư Mại (Yên Dũng, Bắc Giang) và khu vực cửa sông (nơi hợp lưu với sông Lục Nam).

Trên sông Thương, xói lở và bồi tụ nhẹ xen kẽ ở cả hai bên bờ, tuy nhiên các hoạt động xói lở chiếm ưu thế. Đáng chú ý là các điểm xói lở bên bờ phải thuộc địa phận các xã Đông Sơn, Đức Giang (Yên Dũng). Một số xói lở nhẹ ở khu vực các xã Xuân Phú, Trí Yên (Lục Nam). Nhìn chung hiện tượng xói lở, bồi tụ bờ sông trên sông Thương có quy mô nhỏ.

Trên sông Lục Nam, lòng sông ít biến động. Một vài xói lở nhẹ ở các xã Bắc Lũng (Lục Nam) bên bờ phải và Vũ Xá (Chí Linh) bên bờ trái.

Giai đoạn 1995 - 2001 (H.II.56)

Trên sông Cầu, phần thượng nguồn từ địa phận huyện Sóc Sơn (xã Việt Long) trở ngược, lòng sông hẹp, nhiều khúc ngoặt gấp, điển hình là các khúc cong gần hoàn chỉnh ở Tân Phú, Hà Châu (Phổ Yên). Trên phần sông này, lòng sông tuy không có những biến động lớn, nhưng hiện tượng xói lở, bồi tụ đã xảy ra khá phổ biến, xen kẽ nhau cả ở hai bờ, trong đó chủ yếu là các hoạt động xói lở bên bờ phải. Đáng chú ý là các điểm xói lở bên bờ phải thuộc các xã Nga My, Hà Châu, Tiên Phong, Tân Phú (Phổ Yên), còn bên bờ trái ở xã Đại Thành (Hiệp Hòa). Hiện tượng bồi tụ yếu cũng xảy chủ yếu dọc bờ trái như Đồng Tân, Xuân Cẩm (Hiệp Hòa). Phần hạ lưu, từ địa phận huyện Yên Phong (Bắc Ninh) tới hợp lưu với sông Lục Nam, lòng sông mở rộng hơn, đặc trưng bởi các khúc uốn thoải, ngoại trừ hai khúc uốn hẹp ở Vân Hà và Quỳnh Sơn (Yên Dũng). So với thời kỳ trước, các hoạt động xói lở diễn ra mạnh hơn với quy mô lớn hơn, chủ yếu tập trung bên bờ trái. Đáng chú ý là các đoạn xói lở (bên bờ trái) kéo dài từ Châu Minh đến Vân Hà (gần 10km), Ninh Sơn - Quang Châu (gần 5km), từ Tư Mại đến cửa sông dài khoảng 8 km. Có nơi lở sâu tới gần 100m như ở Tư Mại.

Trên sông Thương, khác với giai đoạn trước, hiện tượng xói lở, bồi tụ diễn ra mạnh hơn, rộng hơn. Xói lở chủ yếu tập trung bên phía bờ trái thuộc

địa phận phường Ngô Quyền (TX Bắc Giang), xã Xuân Phú (kéo dài gần 3km), Trí Yên (Yên Dũng). Bên bờ phải, xói lở xảy ra ở khu vực thị xã Bắc Giang. Hiện tượng bồi tụ xuất hiện dọc bờ phải, khu vực các xã Tiến Dũng, Đức Giang.

Kết quả phân tích tư liệu viễn thám cho thấy, nhìn chung lòng dẫn các sông Cầu, Thương, Lục Nam ít bị biến động. Hiện tượng xói lở và bồi tụ có quy mô không lớn. Nhiều nơi, các tuyến đê ngăn lũ chạy sát ngay bờ sông nhưng vẫn ổn định qua nhiều năm.

II.5.2. Hiện trạng

a) Sông Cầu

Dọc sông Cầu có hai điểm sạt lở bờ đáng chú ý. Thứ nhất là điểm sạt lở ở thị xã Bắc Kạn và thứ hai là điểm sạt lở ở làng Phương Độ, xã Xuân Phương, huyện Phú Bình, tỉnh Thái Nguyên.

1. Sạt lở bờ sông ở thị xã Bắc Kạn

Ở thị xã Bắc Kạn, cơn lũ ngày 17 tháng 6 năm 2002 đã làm lở và hỏng một đoạn kè lát đá học, phía bờ phải sông Cầu, dài 250m, phía thượng lưu cầu Bắc Kạn (thuộc phường Sông Cầu, thị xã Bắc Kạn). Kè bị phá hỏng, bờ sông bị lở sâu vào khu dân cư sát bờ hữu thuộc phường Sông Cầu, thị xã Bắc Kạn, đe dọa cuộc sống bình yên của họ. Trước tình hình đó tỉnh Bắc Kạn đã phải chi 500 triệu đồng để kè lại, mang tính tạm thời, bằng rọ đá (H.II.57). Cần phải nói thêm rằng so sánh bản đồ địa hình do Cục Đo đạc và Bản đồ vẽ và in lại vào năm 1978 với hiện trạng sông Cầu hiện nay ở thị xã Bắc Kạn cho thấy đoạn sông này đã có sự biến động rất mạnh. Bởi vậy nếu muốn có sự ổn định bền vững bờ sông ở đây cần phải có những nghiên cứu nghiêm túc để có phương án kè hợp lý. Tuy nhiên, sông Cầu ở đoạn này rất hẹp mà thực chất là



H.II.57. Sạt lở bờ sông Cầu ở TX.Bắc Kạn. Đoạn sạt lở đang được thi công kè bằng rọ đá. Ảnh: Phạm Tích Xuân

một con suối đầu nguồn, hiện tượng xói lở bờ sông ở đây gắn liền với hoạt động của lũ ống, lũ quét.

2. Sạt lở bờ sông ở làng Phương Độ, xã Xuân Phương, huyện Phú Bình, tỉnh Thái Nguyên

Điểm Sạt lở ở làng Phương Độ, xã Xuân Phương, huyện Phú Bình, tỉnh Thái Nguyên nằm ở bờ trái sông Cầu tại đỉnh cong của khúc uốn. Tại đây sông Cầu đổi hướng chảy từ Đ - ĐN sang nam. Đoạn sạt lở kéo dài khoảng 500m (H.II.58). Từ 1985 đến nay sông lấn sâu vào bờ khoảng trên 100m, riêng năm 2002 là khoảng 20m. Lở bờ xảy ra ở bãi bồi cao (độ cao tương đối khoảng 6m) được tạo bởi lớp dưới là cát hạt trung đến thô, màu vàng xám, phân lớp xiên chéo, dày 1,2m; tiếp đến tầng cát xen sét, dày 0,5 - 0,6m; trên cùng là lớp sét pha cát (dân lấy đất trong lớp này làm gạch), dày khoảng 2,5 - 3m (H.II.59).

Đáng chú ý là bãi bồi cao bờ trái sông Cầu ở khu vực Phương Độ xã Xuân Phương là một công trường khai thác đất làm gạch với trên dưới 100 lò gạch to nhỏ khác nhau đang hoạt động. Các hoạt động khai thác sét làm gạch đã tàn phá bờ sông, làm cho nguy cơ xói lở bờ sông trên đoạn này càng cao.

3. Điểm sạt lở Hà Châu (Phổ Yên, Thái Nguyên)

Sạt lở xảy ra vào các năm 1999 - 2000 trên một đoạn bờ sông dài gần 500m bên bờ phải sông Cầu. Đây là một khúc cong hẹp gần hoàn chỉnh. Tuy không gây thiệt hại lớn, nhưng sạt lở đã đe dọa sự an toàn của tuyến đê ngăn lũ. Năm 2000 tỉnh đã xây kè lát mái dài 268m, cho đến nay, đoạn sông này đã ổn định.

Đề tài: "Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống"
Đề tài nhánh: "Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc"



H.II.58. Sạt lở bờ trái sông Cầu ở Xuân Phương (Phú Bình, Thái Nguyên)
Ảnh: Phạm Tích Xuân

b) Sông Thương

Sạt lở bờ sông Thương trong những năm qua xảy ra ở một số điểm thuộc bờ phải, địa phận xã Liên Chung, thị trấn Cao Thượng thuộc huyện Tân Yên, xã Tân Liễu huyện Yên Sơn tỉnh Bắc Giang. Hiện nay các đoạn sạt lở này đã được kè đá. Độ dài các kè thường 700 - 800m. Theo thông tin của địa phương, trong những năm gần đây, bờ sông Thương tương đối ổn định, hiện tượng xói lở bờ không đáng kể.

Qua phân tích biến động lòng dẫn các sông theo thời gian và kết quả điều tra hiện trạng xói lở bờ sông có thể rút ra một số kết luận sau:

1. Hiện tượng xói lở bờ sông đã xảy ra trên tất cả các sông với quy mô và tính chất khác nhau.

Ở phần thượng nguồn, các sông thường có lòng hẹp, tương đối thẳng và phần lớn chảy trên đá gốc, ít bãi bồi, hoặc bãi bồi hẹp nên lòng dẫn ít biến động. Xói lở bờ sông ở phần này thường gắn liền với các trận lũ quét, hoặc xói lở bờ sông kết hợp với trượt - lở đất trên các sườn dốc. Tuy mức độ xói lở không nghiêm trọng nhưng trong nhiều trường hợp có thể gây thiệt hại đáng kể, đặc biệt đối với hệ thống giao thông.

Ở phần hạ lưu, lòng sông thường được mở rộng, nhiều khúc uốn, đặc biệt bờ sông thường là các bãi bồi được cấu thành từ các thành tạo bờ rời rất dễ bị rửa trôi. Hiện tượng xói lở khá phổ biến và thường có diễn biến phức tạp, trong nhiều trường hợp rất nghiêm trọng, gây những thiệt hại to lớn. Những đoạn sông có hiện tượng xói lở nghiêm trọng nhất là phần hạ lưu sông Thao (từ Hạ Hòa đến Bạch Hạc), phần sông Đà từ hạ lưu đập Hòa Bình đến hợp lưu Thao - Đà, trong đó đáng chú ý nhất là đoạn hợp lưu của ba sông Thao - Đà - Lô.

2. Theo các số liệu ghi chép nhiều năm, hiện tượng sạt lở xảy ra mạnh nhất trong các trường hợp sau:

- Đối với phần thượng lưu, sạt lở bờ sông thường xảy ra vào mùa mưa lũ (từ tháng 5 đến tháng 9).

- Đối với phần hạ lưu, ngược lại xói lở bờ mạnh nhất thường xảy ra khi mực nước xấp xỉ mực nước tạo lòng, tức là khi mực nước chưa vượt hoặc xuống dưới bãi bồi cao (bãi già), đặc biệt khi mực nước lũ xuống khỏi bãi. Thực tế hiện tượng xói lở bờ sông thường xảy ra vào đầu (tháng 5, 6) và cuối mùa mưa lũ (tháng 10, 11).

- Khi cường suất lũ xuống quá nhanh (mực nước rút rất nhanh). Đáng chú ý là sự điều tiết của hồ Hoà Bình cũng gây những tác động tương tự làm cho diễn biến của tình trạng xói lở bờ sông càng thêm phức tạp.

3. Phần lớn những nơi bị xói lở mạnh đều đã được kè bảo vệ đã làm cho bờ sông ở những nơi này tạm ổn định. Tuy nhiên việc kè bờ ở nơi này thường gây ra xói lở ở những đoạn lân cận khác, trong nhiều trường hợp đã làm cho tình trạng xói lở bờ sông thêm phức tạp.

Chương III

NGUYÊN NHÂN, CƠ CHẾ HÌNH THÀNH VÀ PHÁT TRIỂN

TAI BIẾN SẠT LỞ BỜ SÔNG

Việc xác định các nguyên nhân và cơ chế hình thành các tai biến địa chất là một vấn đề phức tạp nhưng rất quan trọng và có ý nghĩa thực tiễn to lớn. Nó sẽ là cơ sở khoa học để xác định các quy luật phát sinh và phát triển của tai biến, từ đó có thể lựa chọn các giải pháp phù hợp trong phòng ngừa và hạn chế ảnh hưởng của chúng. Sự hình thành các tai biến địa chất là kết quả tương tác của nhiều yếu tố khác nhau. Các tác nhân của tai biến rất đa dạng gồm các yếu tố nội sinh, ngoại sinh và các hoạt động của con người, chúng phải được xem xét trong một tổng thể thống nhất.

Với loại hình tai biến sạt lở bờ sông có thể thấy một số yếu tố chính liên quan đến sự hình thành tai biến như sau:

1. Đặc điểm địa chất - địa mạo - Tân kiến tạo
2. Đặc điểm khí hậu, thủy văn
3. Đặc điểm địa chất thủy văn
4. Đặc điểm và tính chất cơ lý đất đá cấu tạo bờ sông
5. Hoạt động của con người

Dưới đây sẽ xem xét vai trò của từng yếu tố nêu trên và mối quan hệ của chúng trong hình thành các tai biến sạt lở bờ sông. Đối với hồ thủy điện Hòa Bình, là một đối tượng đặc biệt, nên các nguyên nhân và cơ chế hình thành và phát triển tai biến sạt lở khu vực mép nước lòng hồ cũng có những đặc thù, chúng sẽ được xem xét riêng.

III.1. Các đặc điểm địa chất - địa mạo - Tân kiến tạo

Khu vực miền núi Bắc Bộ có địa chất - địa mạo và bình đồ kiến trúc kiến tạo rất đa dạng và phức tạp. Trên lãnh thổ có mặt các đá từ rất cổ (Proterozoic) đến các trầm tích Đệ tứ và hiện đại. Các thành tạo địa chất lại rất đa dạng về thành phần. Sơ đồ các nhóm đá chính được thể hiện trên hình H.III.1. Trong phạm vi khu vực có nhiều hệ thống đứt gãy kiến tạo, đã từng hoạt động mãnh liệt trong Tân kiến tạo và hiện vẫn đang hoạt động tích cực (Vũ Văn Chính, 2002, Nguyễn Văn Hùng, 2002). Sơ đồ các đới chịu ảnh hưởng động lực đứt gãy Tân kiến tạo các tỉnh miền núi phía bắc được thể hiện trên hình H.III.2. Dưới đây sẽ phân tích các đặc điểm địa chất - địa mạo - Tân kiến tạo của các lưu vực sông chính.

III.1.1. Khu vực Sông Đà

Sông Đà là phụ lưu của sông Hồng, bắt nguồn từ lãnh thổ Trung Quốc, trên lãnh thổ nước ta sông uốn khúc ngoằn ngoèo, chảy qua các địa danh: thị xã Lai Châu, Nậm Mạ (Sìn Hồ, Lai Châu), thị trấn Quỳnh Nhai (Sơn La), Pắc Uôn (Chiềng Ôn, Quỳnh Nhai, Sơn La), Tạ Bú (Mường La, Sơn La), Tạ Khoa (Bắc Yên, Sơn La), Vạn Yên (Tân Phong, Phù Yên, Sơn La), Suối Rút (Tân Mai, Mai Châu, Hòa Bình), thị xã Hòa Bình và hội lưu với sông Thao ở khu vực xã Hồng Đà huyện Tam Nông tỉnh Phú Thọ. Nhìn chung có thể phân dòng chảy sông Đà thành hai đoạn chính: đoạn phương tây bắc - đông nam kéo dài từ biên giới Việt - Trung tới Hòa Bình và đoạn á kinh tuyến từ Hòa Bình tới Trung Hà.

Sông Đà chảy qua hai miền kiến tạo, phần thượng lưu sông chảy qua miền kiến tạo Thượng Lào, còn phần trung và hạ lưu sông chảy trong miền kiến tạo Tây Bắc.

Ở miền kiến tạo Thượng Lào, sông Đà đào khoét các đá cát kết, đá phiến sét đen thuộc hệ tầng Nậm Cười ($PZ_{1-2} nc$); cuội kết, đá phiến silic, sét vôi, đá vôi thuộc hệ tầng Sông Đà ($C_3 - P_1 sd$); cuội kết, bột kết, cát kết, bột kết đá phiến sét, than đá thuộc hệ tầng Suối Bàng ($T_3 sb$); các đá cuội kết, cát kết, bột kết màu đỏ thuộc hệ tầng Hà Cối ($J_{1-2} hc$) và các đá granit thuộc phức hệ Điện Biên ($\gamma_4^1 db$).

Ở miền kiến tạo Tây Bắc sông Đà chảy qua các đá tuổi từ Paleozoi đến Kainozoi thuộc các đới kiến trúc Sơn La, Sông Đà và Phansipăng.

Ở đới Sơn La, đoạn từ Lai Châu tới Nậm Mạ sông cắt chéo phương cấu trúc và đào khoét vào các đá: phiến thạch anh - sericit, đá vôi thuộc hệ tầng Sông Mã ($E sm$); quarzit, đá vôi, phun trào mafic, đá phiến lục thuộc hệ tầng Pa Ham ($O_3 - D_1 ph$); cuội, sạn kết, đá phiến sét đen, đá phiến vôi, đá phiến silic thuộc hệ tầng Nậm Pịa ($D_1 np$); đá phiến, bột kết vôi, đá vôi thuộc hệ tầng Bản Páp ($D_2 bp$); đá vôi dạng khối màu xám sáng thuộc hệ tầng Bắc Sơn ($C - P bs$). Từ Nậm Mạ xuống tới Pắc Uôn sông chạy dọc cấu trúc, nhiều đoạn trùng với đứt gãy Sông Đà, ranh giới giữa đới Sơn La với đới Sông Đà và đào khoét các đá porphyrit bazan và tuf của chúng thuộc hệ tầng Cẩm Thủy ($P_2 ct$); đá phiến sét, bột kết, cát kết, sét kết thuộc hệ tầng Cò Nòi ($T_1 cn$); đá vôi thuộc hệ tầng Đồng Giao ($T_2 dg$).

Từ Pắc Uôn tới Vạn Yên, sông Đà hoạt động trong phạm vi đới Sông Đà và đào khoét các đá lục nguyên xen phun trào bazơ và đá vôi thuộc hệ tầng Mường Trai ($T_{2-3} mt$); cắt xẻ các đá phun trào hệ tầng Cẩm Thủy và các đá Devon ở nhân nếp lồi Tạ Khoa: cát kết, cát kết dạng quarzit, đá phiến đen bị sùng hóa thuộc hệ tầng Tạ Khoa ($D_{1-2} tk$); bột kết, đá vôi, đá phiến silic thuộc hệ tầng Tốc Tát ($D_3 tt$).

Từ Vạn Yên tới Hòa Bình sông hoạt động chủ yếu trong phạm vi đới Phansipăng và đào khoét vào các đá Paleozoi như: sạn kết, cát kết, đá phiến sét, đá vôi, quazit thuộc hệ tầng Bến Khế ($E - O_1 bk$); cuội kết cơ sở, cát - bột kết vôi, đá vôi chứa cát, đá vôi thuộc hệ tầng Sinh Vinh ($O_3 - S sv$); đá phiến vôi, đá vôi thuộc hệ tầng Bó Hiêng ($S_2 - D_1 bh$). Các đá phiến sét, đá phiến vôi, đá vôi thuộc hệ tầng Sông Mua ($D_1 sm$); hệ tầng Bản Nguồn, Bản Páp ($D_2 bp$); đá phiến sét đen, cát kết, phun trào bazơ, đá vôi thuộc hệ tầng Bản Diệt ($C_3 - P bd$); đá vôi thuộc hệ tầng Đá Mài ($C dm$); các đá thuộc hệ tầng Suối Bàng ($T_3 sb$). Từ Hòa Bình tới Hồng Đà, sông Đà chảy theo phương á kinh tuyến, từ nam lên bắc và trùng với ranh giới giữa các thành tạo Paleozoi ở phía bờ tả và Mezozoi ở phía bờ hữu. Ở đoạn này trong thung lũng sông còn có các trầm tích Đệ tứ nguồn gốc sông. Chúng tạo nên các bãi bồi ven lòng sông, bãi bồi cao và thềm bậc I.

Sông Đà đoạn từ biên giới Việt - Trung tới Tạ Bú là thuộc kiểu sông miền núi lòng sông hẹp, lắm thác nhiều ghềnh, bãi bồi rất hạn chế, bờ sông là đá gốc. Trong phần này sông chảy ngoằn ngoèo, trong đó đoạn Nậm Mạ - Pắc Uôn sông chảy trùng với một đoạn của đứt gãy hoạt động Sông Đà. Từ Pắc Uôn tới Tạ Bú sông Đà chảy giữa hai đới đứt gãy Sông Đà và Tà Gia - Mường La - Bắc Yên - Vạn Yên - Suối Rút (tạm gọi là đứt gãy Tà Gia - Suối Rút).

Đoạn từ Tạ Bú tới Hòa Bình sông Đà đã trở thành hồ và phụ thuộc vào chế độ điều tiết của thủy điện Hòa Bình. Trong đoạn này hồ nằm kẹp giữa hai đới đứt gãy hoạt động Sông Đà và Tà Gia - Suối Rút.

Nhìn chung từ biên giới Việt - Trung tới Hòa Bình thung lũng sông Đà thực sự là một máng trũng kéo dài phương tây bắc - đông nam trong miền núi Tây Bắc phân cắt hiểm trở, độ cao trung bình trên 1000 m. Trong đó có nhiều đứt gãy hoạt động cùng phương gây nên những chuyển động phân dị giữa các

khối. Tuy nhiên bờ sông chủ yếu là đá gốc nên xói lở bờ là ít. Nhưng trượt đất ở sườn thung lũng lại phát triển.

Đoạn Hòa Bình - Hồng Đà, sông Đà chảy trong trũng tách giãn Đệ tứ phương á kinh tuyến, vì vậy thung lũng sông rộng, bờ sông phần lớn là bãi bồi cao, có độ cao 3 - 5 m, phần còn lại là đá gốc. Chân sườn thung lũng cũng gặp hai bậc thềm kiểu thềm đế và xâm thực. Nhìn chung điều kiện cấu trúc kiến tạo của đoạn sông này thuận lợi cho các quá trình địa chất phát triển, trong đó có cả trượt - sụt, xói lở lẫn bồi lắng.

III.1.2. Khu vực sông Thao

Sông Thao có phương tây bắc - đông nam. Thuộc khu vực nghiên cứu, sông bắt đầu từ biên giới Việt - Trung, thuộc xã A Mú Sung (Bát Sát - Lao Cai), chảy qua thị xã Lao Cai, Phố Lu, Bảo Hà, Mậu A, Trấn Yên, thị xã Yên Bái, Cẩm Khê, Phú Thọ và đến Việt Trì.

Lưu vực sông chủ yếu được tạo bởi các đá biến chất Proterozoi, Paleozoi, Mezozoi và các thành tạo Kainozoi. Trong đó các đá biến chất Proterozoi gồm chủ yếu gnei, đá phiến kết tinh; các đá Paleozoi gồm chủ yếu đá phiến, cát kết dạng quarzit, đá vôi thuộc các hệ tầng Cam Đường (E_{cd}); đá phiến sét, đá phiến vôi, đá vôi thuộc hệ tầng Sông Mua ($D_1 sm$); đá phiến, bột kết, cát kết dạng quarzit thuộc hệ tầng Bản Nguồn ($D_1 bn$); đá phiến, bột kết vôi, đá vôi thuộc hệ tầng Bản Páp ($D_2 bp$); các đá Mezozoi gồm chủ yếu lục nguyên chứa than thuộc hệ tầng Suối Bàng ($T_3 sb$), trầm tích phun trào thuộc hệ tầng Văn Chấn ($J_3 - K_1 vc$), Ngòi Thia ($K nt$); các đá Kainozoi gồm các đá nguồn gốc sông, hồ: cuội kết, cát kết, bột kết, sét kết và than nâu tuổi Oligocen và cuội, cát, sét Đệ tứ.

Trong lưu vực sông còn có nhiều khối granit kích thước và tuổi khác nhau.

Dòng chảy chính của sông đào khoét chủ yếu các đá tuổi Proterozoi và Oligocen. Từ biên giới Việt - Trung tới Yên Bái hoạt động dòng chảy của sông bị khống chế trong một dải hẹp, chiều rộng khoảng 1,5 - 3 km. Từ Yên Bái tới Việt Trì khoảng hoạt động uốn khúc của sông mở rộng tới 10 km, trong đó có nhiều khúc sông phương á kinh tuyến.

Sông Hồng, đoạn từ A Mú Sung xuống Yên Bái, thuộc loại sông miền núi, lòng sông có độ dốc khoảng 0,31‰, lắm thác ghềnh, sông chảy thẳng, hệ số uốn khúc 1,5, bãi bồi ven lòng sông cũng như bãi bồi cao phát triển không liên tục, hai bờ sông phổ biến là đá gốc. Cấu trúc thung lũng sông có dạng bất đối xứng, sườn phía bờ phải dài và dốc hơn so với phía bờ trái. Trong đó sườn phía bờ phải có rất nhiều bậc thấp dần về phía lòng sông.

Đoạn từ Yên Bái tới Việt Trì lòng sông mở rộng, độ dốc lòng sông chỉ còn 0,16‰. Bãi bồi hai phía lòng sông phát triển với chiều rộng có thể đạt hàng trăm mét, trong đó đáng chú ý là bãi bồi cao, là diện tích canh tác rất quan trọng của nhân dân ven sông. Tuy nhiên, diện tích này cũng rất dễ biến động do lũ và xói lở bờ sông.

Sông Hồng có lịch sử phát triển lâu dài, có lẽ từ Eocen đến nay. Sự hiện diện của sông đã để lại các trầm tích tương lòng, hồ móng ngựa trong dải thung lũng hẹp kéo dài từ biên giới Việt - Trung cho đến hết phạm vi nghiên cứu. Sự phát triển của sông trong Đệ tứ trên phong năng lên chung mang tính ngắt quãng đã đào khoét ngay vào các sản phẩm tích tụ của chính mình trước đó và tạo nên hai bậc thềm để trong thung lũng sông, trong đó thềm I cao tương đối 7 - 8 m, thềm II: 12 - 15 m.

Sông Hồng đặt lòng của mình ngay trên đới đứt gãy cùng tên (đới đứt gãy Sông Hồng). Đới đứt gãy Sông Hồng hoạt động trong Tân kiến tạo với biên độ trượt bằng cũng như thẳng đứng rất lớn và là ranh giới giữa hai vùng có cường độ nâng khác nhau với xu thế mạnh hơn ở phía bờ hữu và yếu hơn ở phía bờ tả.

III.1.3. Khu vực sông Lô

Sông Lô là phụ lưu của sông Hồng bắt nguồn từ lãnh thổ Trung Quốc, chảy vào nước ta ở khu vực cửa khẩu Thanh Thủy thuộc huyện Vị Xuyên tỉnh Hà Giang. Trên lãnh thổ nước ta, sông gồm nhiều đoạn có phương tây bắc - đông nam, đông bắc - tây nam và á kinh tuyến.

Thung lũng sông được tạo bởi các đá từ Proterozoi muộn đến Kainozoi, bao gồm đá phiến sericit, quarzit, đá phiến sét, sét sericit, đá vôi, vôi silic, thuộc hệ tầng Hà Giang (E_{hg}), đá vôi, đá vôi trứng cá, đá phiến sét thuộc hệ tầng Chang Pung (E_{cp}); đá phiến sét sericit, đá phiến silic, đá phiến sét vôi, đá vôi thuộc hệ tầng Phia Phương (S₂ - D₁ pp); đá phiến thạch anh - sericit, đá phiến vôi, đá phiến sericit, đá vôi thuộc hệ tầng Đại Thị (D₁ dt). Các đá cuội kết, cát kết, bột kết, sét kết tuổi Oligocen và các bồi tích cuội, cát, bột tạo nên bãi bồi ven sông, bãi bồi cao và thềm sông.

Trong thung lũng sông Lô đoạn từ Thanh Thủy cho tới Tuyên Quang, thể hiện sông miền núi rõ rệt, lòng sông dốc, lắm thác ghềnh, bãi bồi ven sông phát triển rất hạn chế, tạo thành từng dải dạng hẹp ngắt quãng, hoặc không có. Độ dốc lòng sông đoạn từ Hà Giang - Vĩnh Tuy khoảng 0,7‰, đoạn Vĩnh Tuy - Tuyên Quang 0,3‰. Bờ sông phần lớn là đá gốc, rất ít chỗ là bãi bồi. Sườn thung lũng nhìn chung bất đối xứng, ở chân sườn thường thấy có hai bậc thềm thuộc loại thềm xâm thực và thềm đắp, trong đó thềm I có độ cao tương đối khoảng 6 - 7 m; thềm II: 10 - 12 m.

Từ Tuyên Quang tới Việt Trì thung lũng sông được mở rộng dần, lòng sông có độ dốc nhỏ hơn, chỉ khoảng 0,1‰, ít ghềnh thác, bãi bồi ven sông phát triển, bồi tích ở các bãi bồi có độ hạt giảm nhanh chóng từ cuội (ở Tuyên Quang) sang cát ở Đoan Hùng. Bãi bồi cao cũng gặp rất phổ biến trong đoạn này. Ở chân sườn thung lũng vẫn gặp hai bậc thềm như ở phần thượng lưu.

Nhìn chung sông Lô đặt lòng trùng theo các ranh giới giữa các phụ khối cấu trúc Tân kiến tạo có cường độ chuyển động khác nhau. Ranh giới này lại là các đứt gãy hoạt động, thí dụ đoạn Thanh Thủy - Hà Giang trùng với đứt gãy hoạt động Thanh Thủy - Hà Giang; đoạn Hà Giang - Bắc Quang trùng với đứt gãy hoạt động Bắc Quang - Hà Giang; đoạn Vĩnh Tuy - Bình Ca trùng với đứt gãy hoạt động Sông Lô; đoạn Đoan Hùng - Việt Trì gần trùng với đứt gãy hoạt động Sông Chảy.

Bờ sông Lô phần lớn là đá gốc nên hiện tượng xói lở bờ gây mất đất canh tác không phổ biến. Ở một số chỗ bờ sông là bãi bồi cao: Thanh Thủy, Đạo Đức (Vị Xuyên, Hà Giang), thị xã Hà Giang, thị xã Tuyên Quang, Thái Bình, An Khang (Yên Sơn - Tuyên Quang), Trì Quận, An Đạo (Phù Ninh, Phú Thọ) và chịu ảnh hưởng của đứt gãy hoạt động nên có hiện tượng xói lở bờ với qui mô khác nhau, một số chỗ đã phải kè: cửa khẩu Thanh Thủy, thị xã Hà Giang, An Đạo...

Sông Gâm, là phụ lưu của sông Lô, bắt nguồn từ lãnh thổ Trung Quốc, trên lãnh thổ nước ta sông chảy ngoằn ngoèo qua thị trấn Bảo Lạc, Pắc Miêu (Bảo Lâm, Cao Bằng), thị trấn Bắc Mê, thị trấn Nà Hang, thị trấn Chiêm Hóa và hội lưu với sông Lô ở khu vực xã Tân Long huyện Yên Sơn tỉnh Tuyên Quang. Sông chảy qua các đá phiến sét xen phun trào riolit thuộc hệ tầng Sông Hiến, các đá thuộc hệ tầng Đại Thị, Phia Phương, Phú Ngừ.

Toàn bộ chiều dài sông trên lãnh thổ nước ta là sông miền núi với độ dốc lớn, lắm thác ghềnh, bờ sông chủ yếu là đá gốc. Hệ thống bãi bồi và thêm sông phát triển rất hạn chế và ngắt quãng mang tính địa phương.

Sông Gâm dường như chủ yếu chảy theo các ranh giới thạch học hoặc theo các đứt gãy trong tầng nên bờ không chịu biến động của tác nhân đứt gãy hoạt động. Nhìn chung biến động bờ sông Gâm yếu. Duy nhất chỉ có điểm trượt lở bờ sông ở khu vực thị trấn Bắc Mê cũ liên quan đến cấu trúc địa chất. Cụ thể là sông chảy theo đường phương, làm xói chân gây trượt theo mặt lớp.

Sông Phó Đáy, là phụ lưu của sông Lô, bắt nguồn từ địa phận huyện Chợ Đồn tỉnh Bắc Kạn và chảy qua các địa danh: Bằng Lũng (Chợ Đồn), Hùng Lợi (Yên Sơn, Tuyên Quang), Trung Yên (Sơn Dương, Tuyên Quang), thị trấn Sơn Dương và hội lưu với sông Lô ở khu vực xã Sơn Đông (Lập Thạch, Vĩnh Phúc).

Hoạt động xâm thực của sông diễn ra trên các đá phiến sét sericit, đá phiến silic, đá phiến sét vôi, đá vôi thuộc hệ tầng Phia Phương ($S_2 - D_1 pp$); đá phiến thạch anh - sericit, đá phiến vôi, đá phiến sericit, đá vôi thuộc hệ tầng Đại Thi ($D_1 dt$); đá phiến sericit, thạch anh - sericit, quartzit thuộc hệ tầng Phú Ngũ ($O - S pn$); đá phiến, bột kết vôi, đá vôi thuộc hệ tầng Bản Páp ($D_2 bp$). Trong thung lũng sông, ngoài hoạt động xâm thực, nhiều nơi gặp các tích tụ ở những nơi thung lũng mở rộng, tạo nên cấu trúc thung lũng dạng bậc, với bãi bồi thấp, bãi bồi cao, thêm I, II.

Sông gồm nhiều khúc phương á kinh tuyến, đông bắc và á vĩ tuyến. Ở khu vực Bằng Lũng, Trung Yên, Sơn Dương, sông chảy trùng với đứt gãy sâu cùng tên. Sông Phó Đáy nhìn chung có thung lũng hẹp, bờ sông chủ yếu là đá gốc nên khả năng bị xói lở hạn chế. Tuy nhiên ở khu vực Trung Yên (Sơn Dương) và thị trấn Sơn Dương, nơi bờ sông là bãi bồi cao và sông chạy dọc

dứt gãy hoạt động Sông Phó Đáy nên ở những nơi này có tiền đề để bờ sông bị xói lở.

III.1.4. Khu vực sông Cầu, sông Thương

Sông Cầu bắt nguồn từ khu vực Chợ Đồn tỉnh Bắc Kạn, chảy qua thị xã Bắc Kạn, Chợ Mới (Bắc Kạn), Văn Lãng (Đồng Hỷ, Thái Nguyên), thành phố Thái Nguyên, Phú Bình (Thái Nguyên), Đáp Cầu (Bắc Ninh) và hội lưu với sông Lục Nam ở Phả Lại (Chí Linh, Hải Dương).

Sông Cầu có dòng chảy gấp khúc với nhiều đoạn phương khác nhau. Nó cắt xẻ nhiều phân vị địa tầng.

Ở đoạn Chợ Đồn - Bắc Kạn sông đặt lòng vào các đá phiến sericit, thạch anh - sericit, quartzit thuộc hệ tầng Phú Ngũ ($O - S_{pn}$). Từ Bắc Kạn xuống tới Chợ Mới, sông chảy trùng với ranh giới giữa hệ tầng Phú Ngũ (ở bờ phải) và đá vôi thuộc hệ tầng Mía Lé ($D_1 ml$) ở bờ trái. Từ Chợ Mới tới Thái Nguyên sông chảy qua nhiều phân vị địa tầng: Mía Lé, Bản Páp; đá phiến sét, bột kết thuộc hệ tầng Bắc Bun ($D_1 bb$); các đá phiến sét, cát bột kết thuộc hệ tầng Thần Sa ($E_3 - O_1 ts$).

Từ Thái Nguyên tới Phú Bình sông chảy trong vùng đồi và cắt xẻ vào đá vôi, bột kết, cát kết thuộc hệ tầng Nà Khuất ($T_2 nk$) và cuội kết, cát kết, bột kết màu đỏ thuộc hệ tầng Hà Cối ($J_{1,2} hc$). Trong đoạn này trong thung lũng sông còn có các trầm tích sông tuổi Pleistocen giữa - muộn và Holocen. Từ Phú Bình tới Phả Lại sông chảy trong vùng đồng bằng, đào xẻ các trầm tích cát, sét nguồn gốc sông, tuổi Pleistocen giữa - muộn và tích tụ các trầm tích cát, bột tuổi Holocen.

Sông Cầu, đoạn từ Chợ Đồn tới Vân Lãng thuộc sông miền núi, có thung lũng hẹp lòng sông lắm ghềnh, thác, bãi bồi phát triển hạn chế ở một số trũng tách giãn Đệ tứ phương á kinh tuyến như Đông Viên (Chợ Đồn, Bắc Kạn) và thị xã Bắc Kạn, ở đây bờ sông là bãi bồi cao nên dễ xảy ra xói lở, phần còn lại bờ sông chủ yếu là đá gốc nên khả năng xói lở bờ ít, mặc dù đoạn từ Bắc Kạn xuống tới Chợ Mới, sông chảy trùng trên đứt gãy hoạt động Yên Minh - Phú Lương.

Từ Vân Lãng tới Thái Nguyên sông chảy trong vùng đồi núi thấp, thung lũng sông đã mở rộng nhiều, song bờ sông vẫn chủ yếu là đá gốc nên khả năng tai biến xói lở bờ sông quy mô lớn là ít.

Đoạn Thái Nguyên - Phú Bình, sông chảy trong vùng đồi bát úp và trùng trên đứt gãy hoạt động Yên Tử, bờ sông lại là bãi bồi cao nên ở đây thường xảy ra xói lở bờ.

Từ Phú Bình tới Phả Lại, sông Cầu chảy trong vùng đồng bằng, bờ sông là các thành tạo Pleistocen, Holocen, trong đó đoạn từ Phú Bình xuống đến xã Hợp Thịnh (Hiệp Hòa, Bắc Giang) sông chảy gần vuông góc với các đứt gãy hoạt động Trung Lương, Đường 18, bờ sông lại là bãi bồi nên nguy cơ xói lở bờ sông có thể xảy ra ở Hà Châu (Phú Bình), Hoàng Văn (Hiệp Hòa); Tân Phú, Trung Thành (Phổ Yên, Thái Nguyên), Đại Thành, Hợp Thịnh (Hiệp Hòa). Từ Hợp Thịnh tới Phả Lại, đoạn từ Minh Châu đến Kim Châu (Quế Võ - Bắc Ninh) sông Cầu chảy dọc đứt gãy hoạt động Đường 18 nên cũng rất có khả năng bờ bị xói lở.

Sông Thương bắt nguồn từ huyện Chi Lăng tỉnh Lạng Sơn và chảy qua các địa danh: Hòa Lạc, Hồ Sơn (Hữu Lũng, Lạng Sơn), Bó Hạ (Yên Thế, Bắc Giang), thị xã Bắc Giang và hội lưu với sông Lục Nam ở khu vực xã Đức Giang huyện Yên Dũng tỉnh Bắc Giang.

Từ Đồng Mỏ (Chi Lăng, Lạng Sơn) tới Hòa Lạc, sông chảy từ đông bắc về tây nam, thung lũng sông có dạng bất đối xứng, với sườn phía hữu là vách đá vôi dựng đứng, còn phía bờ tả là đá lục nguyên và thoải hơn. Lòng sông đào khoét các đá lục nguyên gồm cát kết, bột kết, sét kết phân nhập dạng flis của hệ tầng Lạng Sơn ($T_1 ls$).

Từ Hòa Lạc tới Bố Hạ (Yên Thế, Bắc Ninh) sông chảy từ đông sang tây trong vùng đồi, núi thấp và cắt xẻ các đá riolit và đá phiến kết, sét bột kết, cát kết thuộc hệ tầng Sông Hiến ($T_2 sh$); đá vôi, bột kết, cát kết thuộc hệ tầng Nà Khuất ($T_2 nk$). Bờ sông chủ yếu là đá gốc, các tích tụ nguồn gốc sông nhìn chung hạn chế, chủ yếu là tướng lòng gồm cuội, sỏi, cát

Từ Bố Hạ tới Đức Giang sông Thương chảy từ bắc xuống nam trong miền đồng bằng có nhiều đồi, núi sót. Nó đào khoét các trầm tích cát, sét mẫu loang lổ, tuổi Pleistocen giữa - muộn và tích tụ các trầm tích cát, bột tuổi Holocen, đôi chỗ chúng cắt qua các quả đồi đá cát kết, cát kết vôi, đá phiến vôi sét thuộc hệ tầng Mẫu Sơn ($T_3 ms$). Bờ sông chủ yếu là các thành tạo Đệ tứ nên khả năng bờ bị xói lở liên quan với hoạt động xâm thực của sông là khá cao; đặc biệt là đoạn Bố Hạ - Bắc Giang sông chảy theo phương bắc - nam, phương chịu tác động mạnh của lực quay Trái đất và cũng là phương chịu tác động tách giãn đông - tây của trường ứng suất hiện đại; ngoài ra ở khu vực thị xã Bắc Giang sông còn chảy cắt ngang đối đứt gãy hoạt động Yên Tử.

III.1.5. Vai trò của các yếu tố Địa chất - địa mạo - Tân kiến tạo đối với hiện tượng xói lở bờ sông

Hình thái lòng dẫn sông có quan hệ chặt chẽ với cấu trúc địa chất, đặc điểm địa mạo. Ở những vùng núi cao, địa hình phân cắt mạnh, các sông thường có lòng hẹp, bờ dốc, độ dốc lòng sông lớn, nhưng phần lớn chúng

chảy trên đá gốc khá bền vững nên hiện tượng xói lở bờ ít xảy ra. Ngược lại, khi sông chảy qua các trũng địa chất hoặc những vùng địa hình thấp và tương đối bằng phẳng lòng sông thường mở rộng, độ dốc giảm, xuất hiện nhiều khúc uốn. Tại những vùng như vậy hiện tượng bồi tụ và xói lở bờ sông thường xảy ra. Đối với hiện tượng xói lở bờ sông, tương quan giữa động lực dòng chảy và độ bền đá cấu tạo nên bờ sông có vai trò quyết định. Tuy nhiên động năng của dòng sông được phân bố khác nhau trên các đoạn sông và có quan hệ mật thiết với bình đồ cấu trúc Tân kiến tạo và hình thái dòng chảy của sông.

Ở phần thượng lưu, độ dốc lòng sông lớn dẫn đến tốc độ dòng chảy cũng lớn, động năng dòng chảy tập trung chủ yếu vào đáy lòng sông (theo Đ. G. Panop, 1966, lực tác dụng lên đáy dòng $F = 1000.H.i \text{ kg/m}^2$, với H là độ sâu dòng nước, i là độ nghiêng của dòng nước trong dòng chảy), nên ở đây diễn ra chủ yếu quá trình xâm thực sâu, cắt xẻ vào đá gốc, còn quá trình tích tụ dường như vắng mặt, vì vậy hai bờ sông chủ yếu là đá gốc có độ bền vượt trội so với động lực xâm thực ngang, nên hiện tượng xói lở bờ rất yếu hoặc không có. Tuy nhiên, ở những nơi sông chảy qua kiến trúc tách giãn địa phương hiện đại hoặc kiến trúc phá hủy hoạt động, thì ở đó hoạt động xâm thực ngang lại áp đảo, lòng sông mở rộng kèm theo quá trình tích tụ trầm tích Đệ tứ phát triển. Sông uốn khúc trong phạm vi các thành tạo Đệ tứ bờ rời nên bờ sông liên tục biến động, bên này bồi thì bên kia bị xói. Hiện tượng này có thể thấy rất rõ trên sông Lô, đoạn chảy qua xã Đạo Đức huyện Vị Xuyên tỉnh Hà Giang. Ở đây dòng sông chảy qua một kiến trúc tách giãn địa phương (hình III.1), thung lũng sông cũng như bãi bồi trong thung lũng đều mở rộng. Bờ sông là các thành tạo Đệ tứ bờ rời gồm phần dưới là cát lẫn sạn, dày 2,5 m, phần trên là cát mịn và sét lẫn nhiều tạp chất hữu cơ, nên rất dễ phá hủy khi điều kiện cân bằng bị phá vỡ. Xói lở hiện tại xảy ra ở phía bờ phải, khu vực điểm uốn khi dòng chảy sông chuyển từ á kinh tuyến sang á vĩ tuyến. Hình

ảnh tương tự cũng thấy trên sông Cầu, đoạn chảy qua trũng tách giãn Đệ tứ phương á kinh tuyến ở thị xã Bắc Kạn.

Trên sông Phó Đáy, khu vực xã Trung Yên, huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang, nơi sông chảy cắt ngang đoi đứt gãy kiến tạo hoạt động (đứt gãy Sông Phó Đáy), cũng thường xuyên xảy ra hiện tượng xói lở bờ (H.III.1). Hoạt động của đứt gãy đã làm dập vỡ các đá gốc, thúc đẩy các quá trình phong hoá phát triển, tạo điều kiện cho việc mở rộng thung lũng sông nói chung, bãi bồi và lòng sông nói riêng. Bởi vậy bờ sông hiện tại ở đây là các thành tạo Đệ tứ bờ rời thuộc bãi bồi cao, gồm phần dưới là sét chứa nhiều tạp chất hữu cơ, dày >0,5 m, phần giữa là cát pha sét, dày 3 - 4 m và phần trên là cát, dày 0,5 m, nên không chịu được những xoáy ngang của dòng sông và rất dễ bị xói lở, đặc biệt là vào mùa lũ. Xói lở hiện đang xảy ra ở cả hai phía bờ trái và phải của sông tại các khúc uốn khi dòng sông đổi hướng.

Ở phần trung, hạ lưu của sông Thao, hạ lưu sông Đà, sông Lô, sông Cầu, sông Thương, độ dốc lòng sông giảm, hoạt động xâm thực sâu chuyển sang xâm thực ngang, lòng sông mở rộng, sự tích tụ trầm tích hình thành các bãi bồi ở hai bờ sông hoặc bãi giữa sông tăng dần, sông uốn khúc ngoằn ngoèo trong phạm vi phân bố các thành tạo trầm tích Đệ tứ bờ rời. Chính vì vậy, ở phần này của các con sông kể trên, bờ của chúng rất dễ bị xói lở. Hiện tượng xói lở bờ càng mạnh hơn trong phạm vi các kiến trúc tách giãn cục bộ, phương á kinh tuyến, trong trường ứng suất trượt bằng phương nén á kinh tuyến. Thuộc loại này có thể kể ra một chuỗi các điểm xói lở bờ nghiêm trọng trên sông Thao thuộc địa phận tỉnh Phú Thọ từ xã Vũ Ёn (Thanh Ba) đến TP Việt Trì (hình) như Vũ Ёn, Hoàng Cương (Thanh Ba), Sơn Nga, thị trấn Cẩm Khê, Phú Khê, Cát Trù (Cẩm Khê), Hiền Quan (Tam Nông), Minh Nông (TP Việt Trì) và Tân Đức (Ba Vì, Hà Tây) .v.v...; các điểm xói lở bờ sông Đà đoạn từ thị xã Hòa Bình tới xã Hồng Đà (Tam Nông, Phú Thọ); trên sông Cầu ở xã

Xuân Phương (Phú Bình, Thái Nguyên); trên sông Thương ở xã Liên Chung (Tân Yên, Bắc Giang).

Như vậy có thể thấy rất rõ hiện tượng xói lở bờ ở phần thượng lưu các con sông ở khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc chủ yếu tập trung trong phạm vi các kiến trúc tách giãn cục bộ phương á kinh tuyến, nơi bờ sông là các thành tạo Đệ tứ bờ rời; còn ở phần trung, hạ lưu sông Thao, hạ lưu sông Đà, Lô, Cầu, Thương, xói lở bờ gắn rất chặt với các trầm tích Đệ tứ ở hai bờ sông, với các kiến trúc tách giãn Đệ tứ phương nén á kinh tuyến và với hoạt động uốn khúc của dòng sông trong phạm vi kiến trúc tách giãn này.

III.2. Các đặc điểm khí tượng - thủy văn

III.2.1. Lưu vực sông Đà

Sông Đà là một phụ lưu lớn nhất của sông Hồng, phát nguyên ở độ cao 1500m trên núi Bà Biền, Lý Trung gần dãy Ngụ Sơn thuộc tỉnh Vân Nam Trung Quốc. Sông có tổng chiều dài 1010km, phần chảy trong lãnh thổ Việt Nam dài 570km. Đoạn từ Lai châu đến Hoà Bình sông có hướng TB - ĐN; từ Hoà Bình sông chảy theo hướng nam - bắc, đến Hồng Đà sông hợp lưu với sông Thao đổ vào sông Hồng.

III.2.1.1. Đặc điểm khí hậu vùng lưu vực sông Đà

Lưu vực sông Đà nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa và á nhiệt đới, theo lượng mưa có thể chia thành 2 mùa rõ rệt:

Mùa mưa kéo dài từ tháng V đến tháng IX với tổng lượng mưa mùa đạt 1128mm - 2136 mm, trung bình 1568mm, chiếm 80% lượng mưa năm. Lượng mưa lớn nhất trong tháng mùa mưa đạt tới 734mm, lượng mưa cực đại trong một ngày đêm đạt 224mm. Cường độ mưa trong mùa mưa rất lớn: mưa

cực đại trong 10 phút tại Hoà Bình là 33,1mm, trong 1 giờ là 92,7mm, thời gian mưa liên tục tối đa là 67 giờ. Nhiệt độ không khí trung bình mùa mưa dao động 30 - 39 °C, cao nhất tới 42°C. Độ ẩm không khí trung bình 84 - 87%.

Mùa khô kéo dài từ tháng X đến tháng IV năm sau với tổng lượng mưa mùa 282 - 534mm, trung bình 392mm, chiếm khoảng 20% lượng mưa năm. Trong mùa khô nhiệt độ không khí dao động 5 - 12°C, độ ẩm chỉ đạt 72 - 75%.

Tổng lượng mưa bình quân năm trên lưu vực sông Đà dao động 1420 - 2670mm, trung bình 1960mm. Lượng mưa bình quân năm trên lưu vực sông Đà phân bố không đồng đều theo không gian: tại Mường Tè 2400mm, tại Sìn Hồ 2800mm, tại Phong Thổ 2000mm, tại Điện Biên 1500mm, tại Sơn La 1600mm, tại Mộc Châu 1800mm và tại Kim Bôi 2250mm...

Tổng lượng bốc hơi trung bình năm vùng lưu vực sông Đà dao động 673 - 890mm, trong đó lượng bốc hơi bình quân ngày trong tháng lớn nhất 4,65 - 6,80mm; trong tháng nhỏ nhất 1,37 - 3,0mm. Tại Hoà Bình lượng bốc hơi bình quân năm dao động 776 - 832mm.

Hướng gió chủ yếu trong khu vực là hướng bắc, chỉ trong các tháng VII và VIII mới thấy xuất hiện gió Nam. Tốc độ gió trung bình năm tại trạm Hoà Bình là 1,1m/s, lớn nhất đạt 28m/s. Tại trạm Phù Yên tốc độ gió lớn nhất vào tháng 4 là 40m/s. Gió gây sóng nguy hiểm nhất cho hồ Hoà Bình là gió Tây Nam.

III.2.1.2. Đặc điểm thuỷ văn vùng lưu vực sông Đà

Diện tích toàn lưu vực sông Đà là 52.900km² (chiếm 31% diện tích lưu vực sông Hồng), tính riêng đến đập Hoà Bình là 51.700km². Độ rộng trung bình của lưu vực là 76km; nơi rộng nhất là 165km; độ cao trung bình toàn lưu

vực 1130m; độ dốc lòng sông trên địa phận Trung Quốc $I = 2,5\text{‰}$; từ biên giới đến TX. Lai Châu $I = 1,05\text{‰}$; từ Tạ Bú đến Vạn Yên $I = 1,5 - 2\text{‰}$; từ Vạn Yên đến chợ Bờ $I = 0,3 - 0,5\text{‰}$; từ chợ Bờ đến Trung Hà $I = 0,8\text{‰}$. Bề rộng trung bình của sông là 427m; biến dạng tự nhiên lòng sông là 2,0m. Tổng lượng nước bình quân nhiều năm của sông Đà là $57,2\text{km}^3$, cung cấp gần 48% lượng nước cho sông Hồng. Sông Đà có modul dòng chảy kiệt tại Lai Châu $M_0 = 7,0\text{l/s.km}^2$, hệ số biến động dòng chảy $C_v = 0,21$, hệ số bất đối xứng $C_s = 0,56$; tại Hoà Bình $M_0 = 6,4\text{l/s.km}^2$, $C_v = 0,45$ và $C_s = 0,5$.

Chế độ nước của sông Đà gần trùng với chế độ mưa trong năm. Mùa nước lớn kéo dài từ tháng VI đến tháng X, mùa nước kiệt từ tháng XI đến tháng VI. Lượng nước tối đa thường quan sát được vào các tháng VII và tháng VIII; lượng nước tối thiểu vào các tháng III và tháng IV. Trong mùa nước lớn cường độ dâng mực nước lũ dao động 2,42 - 6,26m/ngđ.

Tại Lai Châu mực nước trung bình năm dao động 166,26 - 168,18m; mực nước cao nhất 186,44m (1998); thấp nhất 164m (2000); biên độ dao động mực nước trong năm lớn nhất 22,25m (1998), nhỏ nhất 12,53m (1992); cường độ dâng mực nước nhanh nhất 6,26m/ngđ (25/7/1998), hạ thấp nhanh nhất 3,08m/ngđ (27/7/1998). Tại Tạ Bú mực nước trung bình năm 108,84 - 111,84m; mực nước cao nhất 123,27m (1996); thấp nhất 104,13m (1991); biên độ dao động mực nước năm lớn nhất 19,04m (1996), nhỏ nhất 11,26m (1993); cường độ dâng mực nước nhanh nhất 5,8m/ngđ (17/8/1996), hạ thấp nhanh nhất 4,2m/ngđ (18/8/1996). Sau đập Hoà Bình mực nước trung bình năm dao động 12,77 - 14,33m; mực nước cao nhất 22,87m (1995); thấp nhất 10,78m (1991); biên độ dao động mực nước năm lớn nhất 12,9m (1998), nhỏ nhất 9,21m (1999); cường độ dâng mực nước nhanh nhất 2,42m/ngđ (25/6/1998), hạ thấp nhanh nhất 1,36m/ngđ (19/8/1998) (Bảng III.1).

Bảng III.1. Phân bố mực nước trung bình năm trên sông Đà

Trạm	Lai Châu			Tạ Bú			Hoà Bình		
	TB.năm (cm)	Max (cm)	Min (cm)	TB.năm (cm)	Max (cm)	Min (cm)	TB.năm (cm)	Max (cm)	Min (cm)
1991	16761	18441	16412	10884	11841	10413	1350	2207	1078
1992	16626	17668	16415	11047	11556	10428	1277	2036	1089
1993	16678	17804	16427	10976	11550	10424	1292	1843	1124
1994	16699	18017	16412	10970	11663	10416	1313	2064	1082
1995	16750	17970	16412	11122	11788	10426	1580	2287	1319
1996	16742	18766	16422	11184	12327	10423	1433	2261	1153
1997	16734	17945	16441	11095	11675	10458	1405	2093	1155
1998	16738	18644	16419	11047	11777	10444	1372	2209	1109
1999	16816	18433	16409	11132	11865	10439	1409	2027	1106
2000	16727	18020	16440	11086	11688	10451	1357	2090	1118

Theo số liệu của Tổng cục Khí tượng thủy văn

Tổng lượng dòng chảy trên sông Đà mùa nước lớn chiếm 78,2% dòng chảy cả năm, mùa kiệt chiếm 21,8%.

Tại Lai Châu lưu lượng trung bình năm dao động 812 - 1322m³/s; lưu lượng cao nhất 8860m³/s (1991); thấp nhất 123m³/s (1995). Tại Tạ Bú lưu lượng trung bình năm dao động 1169 - 2426m³/s; lưu lượng cao nhất 22700m³/s (1996); thấp nhất đạt 154m³/s (1994). Sau đập Hoà Bình lưu lượng trung bình năm dao động 648 - 2110m³/s; lưu lượng cao nhất tới 12400m³/s (1996); thấp nhất 177m³/s (1998) (Bảng III.2).

Vận tốc dòng chảy vùng cửa sông Đà (gần cầu Trung Hà, ngày 7/10/2000, ứng với lưu lượng dòng chảy 1103m³/s) dao động 0,34 - 0,64m/s; vận tốc lớn nhất cách bờ phải 262m, ở độ sâu 7,8m là 0,64m/s.

Tại trạm Hoà Bình, số trận lũ có lưu lượng đỉnh lớn hơn 5000m³/s dao động 3 - 6trận/năm; thời gian lũ kéo dài 3 - 7ngày/trận. Tốc độ xói mòn khoảng 0,9mm/năm. Độ đục lớn nhất là 12000g/m³; nhỏ nhất 0,8g/m³; dòng bùn cát trong năm lớn nhất là 85,6 triệu tấn, trong đó dòng bùn cát lơ lửng 71,3 triệu tấn, dòng di đáy 14,3 triệu tấn. Nhiệt độ nước trung bình là 23,4°C, cao nhất 31°C, thấp nhất 13°C.

Trên toàn lưu vực sông Đà có khoảng trên 200 dòng sông, suối lớn với tổng chiều dài gần 4500km, mật độ phân bố đạt 0,17km/km²; trong đó có 67 con suối có chiều dài 15 - 235 km, 27 con suối có chiều dài lớn hơn 30 km với hệ số uốn khúc 1,2 - 1,9. Chế độ dòng chảy của các sông suối thay đổi rất mạnh theo mùa. Mùa mưa, mực nước các sông suối dâng cao, lưu lượng và vận tốc dòng chảy lớn thường gây ra lũ lớn, nhiều khi có lũ quét kèm theo các hiện tượng lở núi và lũ bùn đá với tần suất có xu hướng ngày càng gia tăng.

Đề tài: “Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống”
 Đề tài nhánh: “Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc”

Bảng III.2. Phân bố lưu lượng trung bình năm trên sông Đà

Trạm	Lai Châu			Tạ Bú			Hoà Bình		
	TB.năm (m ³ /s)	Max (m ³ /s)	Min (m ³ /s)	TB.năm (m ³ /s)	Max (m ³ /s)	Min (m ³ /s)	TB.năm (m ³ /s)	Max (m ³ /s)	Min (m ³ /s)
1991	1322	8860	148	1681	12200	170	1793	11200	364
1992	812	4650	138	1169	8320	231	1209	8740	401
1993	958	5160	213	1248	7180	191	1480	6540	579
1994	1061	5960	140	1555	9180	154	1784	10200	459
1995	1219	6130	123	1765	12500	280	1952	10300	419
1996	1261	8820	232	1817	22700	230	648	12400	283
1997	1182	5740	280	2426	8760	390	1944	9650	265
1998	1245	8650	261	1928	12000	436	1939	12300	177
1999	1202	7830	196	2159	9490	325	2110	8440	263
2000	1184	6710	282	1659	7840	380	1859	9610	398

Theo số liệu của Tổng cục Khí tượng thủy văn

III.2.2. Lưu vực sông Lô

Sông Lô là một phụ lưu của sông Hồng bắt nguồn từ vùng núi cao thuộc cao nguyên Vân Quý (Trung Quốc). Sông có chiều dài 450km, phần chảy trên lãnh thổ Việt Nam dài 280km. Tổng diện tích lưu vực tính đến ngã ba Việt Trì là 39.040km², phần trên lãnh thổ Việt Nam 22.630km². Từ Trung Quốc vào Việt Nam sông chảy theo hướng TB - ĐN, đến thị xã Hà Giang sông đổi hướng Bắc-Nam, đến ngã ba Việt Trì sông nhập lưu vào sông Hồng.

Lưu vực sông Lô được hình thành bởi lưu vực của 4 con sông chính: sông Chảy, sông Lô, sông Gâm và sông Phó Đáy.

III.2.2.1. Đặc điểm khí hậu vùng lưu vực sông Lô

Giống như các vùng lưu vực của các sông lớn khác trên miền Bắc, khí hậu lưu vực sông Lô cũng mang tính nhiệt đới và chịu ảnh hưởng rất mạnh của gió mùa vùng Đông Á: gió mùa Đông - Bắc trùng với mùa khô, kéo dài từ tháng X đến tháng IV năm sau, gió mùa Đông - Nam trùng với mùa mưa, kéo dài từ tháng V đến tháng IX.

Lượng mưa trong năm trên lưu vực sông Gâm (một phụ lưu của sông Lô) tại Bảo Lạc từ 826,6mm (1993) đến 1516mm (1997); trung bình năm 1276mm; trung bình tháng 114mm; tháng mưa nhiều nhất 254mm; tháng mưa ít nhất 13mm; ngày mưa cao nhất 166mm; tổng số ngày có mưa trong năm 94 là 138 ngày (Bảng III.3). Tổng lượng mưa lớn nhất trong mùa mưa 1160mm, chiếm 77,18% lượng mưa cả năm. Nhiệt độ không khí trung bình tại Bảo Lạc 22,2°C; cao nhất 39,7°C, thấp nhất là -0,1°C; biến động nhiệt độ cao nhất trong tháng 13,5°C, trong ngày 9,3°C. Tốc độ gió cao nhất trên 20m/s, nhỏ nhất 0,9m/s. Độ ẩm trung bình 80%.

Bảng III.3. Phân bố lượng mưa trung bình năm trên lưu vực sông Gâm
 Tại trạm Bảo Lạc (Theo số liệu của Tổng cục Khí tượng thủy văn)

Năm	TB.năm mm	Max ngày mm	Tổng ngày mưa
1991	1432.3	63.9	138
1992	1192.2	86.3	113
1993	826.6	52.5	94
1994	1292.7	55.6	134
1995	1032.2	56.0	122
1996	1436.4	97.5	114
1997	1516.0	115.5	126
1998	1206.9	95.0	107
1999	1216.1	57.6	134
2000	1210.6	166.0	122

Lượng mưa bình quân trong năm trên lưu vực sông Lô phân bố không đồng đều theo cả không gian và thời gian (bảng III.4): tại Đạo Đức lượng mưa trong năm 1914,3 - 3659,2mm, tổng số ngày có mưa 167 - 204 ngày, lượng mưa lớn nhất 1070mm/ngđ. Tại Bắc Quang lượng mưa trong năm 3327,6 - 6184,7mm; tổng số ngày có mưa 191 - 258 ngày, lượng mưa lớn nhất 427mm/ngđ. Tại Tuyên Quang lượng mưa trong năm 1317,7 - 1794,2mm, trung bình năm 1641mm; trung bình tháng 144mm; tháng mưa nhiều nhất 304mm; tháng mưa ít nhất 19mm; ngày mưa cao nhất trong nhiều năm 350mm; tổng số ngày có mưa trong năm 129 - 179 ngày. Tổng lượng mưa lớn nhất trong mùa mưa 1160mm, chiếm 77,18% lượng mưa cả năm. Nhiệt độ không khí trung bình tại Tuyên Quang là 22,9°C; cao nhất 39,6°C, thấp nhất 2,4°C; biến động nhiệt độ cao nhất trong tháng 12,6°C, trong ngày 7,2°C. Số giờ nắng trong năm 1559 giờ. Tốc độ gió cao nhất 28m/s, nhỏ nhất 1,3m/s. Độ ẩm trung bình 84%.

Bảng III.4. Phân bố lượng mưa trung bình năm trên lưu vực sông Lô

Trạm	Đạo Đức			Bắc Quang			Tuyên Quang		
	TB.năm (mm)	Max ngày (mm)	Tổng ngày mưa	TB.năm (mm)	Max ngày (mm)	Tổng ngày mưa	TB.năm (mm)	Max ngày (mm)	Tổng ngày mưa
1991	2301.5	169.9	200	4802.5	292.6	224	1535.0	88.8	175
1992	1914.3	109.9	167	4506.2	203.5	191	1571.6	164.3	142
1993	2590.7	196.2	191	5961.0	232.5	225	1471.1	88.0	144
1994	2610.7	203.4	204	3327.6	404.5	258	1662.4	204.7	179
1995	3659.2	1070.0	202	5374.0	235.0	237	1588.1	97.6	164
1996	2302.3	171.4	176	4712.9	347.6	200	1794.2	107.5	154
1997	2128.4	95.1	184	5978.6	275.5	246	1596.6	75.4	159
1998				5758.4	351.2	201	1317.7	123.6	129
1999	2767.7	135.5	202	6184.7	427.0	214			
2000	2115.8		181	4520.4	351.6	207	1461.3	101.6	147

Theo số liệu của Tổng cục Khí tượng thủy văn

III.2.2.2. Đặc điểm thủy văn vùng lưu vực sông Lô

Độ dốc lòng sông Lô tương đối thấp, đoạn Hà Giang - Vĩnh Tuy: $I = 0.7\text{‰}$; đoạn Vĩnh Tuy - Tuyên Quang: $I = 0.3\text{‰}$; đoạn Tuyên Quang - Việt Trì: $I = 0.1\text{‰}$. Sông Lô có nhiều nhánh lớn như sông Chảy, sông Gâm, sông Phó Đáy...với mật độ lưới sông vào khoảng $0,98\text{km/km}^2$.

- Sông Phó Đáy nằm ở phần Đông Bắc vùng lưu vực sông Lô. Sông có diện tích lưu vực 1997km^2 . Mực nước trung bình năm của sông ít biến động, dao động $26,74 - 26,9\text{m}$; trong đó mực nước lớn nhất năm tại Quảng Cư $27,62 - 29,57\text{m}$; nhỏ nhất $26,46 - 26,57\text{m}$; độ chênh mực nước trong năm $1,36 - 3,0\text{m}$ (bảng III.5). Cường độ dâng mực nước nhanh nhất $1,27\text{m/ngđ}$ ($23/7/1997$), hạ thấp nhanh nhất $0,81\text{m/ngđ}$ ($30/6/1997$).

- Sông Chảy nằm trên phần Tây Nam của lưu vực sông Lô. Sông dài 306km , diện tích lưu vực 6.520km^2 . Năm 1973 hồ thủy điện Thác Bà được xây dựng trên sông Chảy có diện tích lưu vực 6.200km^2 , chiếm $4,3\%$ diện tích lưu vực sông Hồng tính đến Sơn Tây. Mực nước trung bình năm tại Thác Bà từ $19,49\text{m}$ (1999) đến $20,22\text{m}$ (1995). Mực nước cao nhất từ $21,28\text{m}$ (1993) đến $26,0\text{m}$ (1995), thấp nhất từ $17,92\text{m}$ (2000) đến $18,73\text{m}$ (1994), biên độ dao động mực nước cao nhất năm là $7,92\text{m}$ (1995). Cường độ dâng mực nước nhanh nhất là $1,62\text{m/ngđ}$ ($20/8/1996$), hạ thấp nhanh nhất $2,9\text{m/ngđ}$ ($24/8/1996$). Sông có modul dòng chảy kiệt tại Thác Bà $M_0=10,11\text{s.km}^2$; hệ số biến động dòng chảy $C_v=0,3$; hệ số bất đối xứng $C_s=3,3$.

- Sông Gâm là một nhánh lớn của sông Lô, bắt nguồn từ Trung Quốc chảy vào Việt Nam theo hướng Đông Bắc-Tây Nam, từ thị trấn Bắc Mê sông đổi hướng Bắc -Nam, đến Yên Sơn sông nhập lưu vào sông Lô. Sông Gâm có diện tích lưu vực tính đến Yên Sơn là 17.200km^2 , phần trên lãnh thổ Việt Nam 9.700km^2 . Sông có chiều dài 297km , trên lãnh thổ Việt Nam dài 217km . Chiều dài lưu vực 340km , chiều rộng trung bình lưu vực $46,3\text{km}$, độ dốc trung

Đề tài: "Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống"
 Đề tài nhánh: "Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc"

Bảng III.5. Phân bố mực nước trung bình năm trên sông Gâm-Phổ Đà

Trạm	Bảo Lạc			Na Hang			Quảng Cư			Chiêm Hoá		
	TB.năm cm	Max cm	Min cm	TB.năm cm	Max cm	Min cm	TB.năm cm	Max cm	Min cm	TB.năm cm	Max cm	Min cm
1991	19323	19713	19274	4698	5579	4585				3236	3797	3151
1992	19318	19703	19270	4691	5744	4572				3231	3951	3143
1993	19333	19542	19270	4723	5334	4572	2674	2789	2653	3252	3648	3144
1994	19335	19641	19268	4735	5270	4575	2690	2903	2647	3259	3620	3144
1995	19337	19694	19270	4725	5567	4578	2679	2870	2657	3251	3875	3146
1996	19342	19670	19271	4745	5680	4745	2690	2890	2655	3278	3694	3146
1997	19359	19645	19276	4762	5391	4599	2690	2957	2657	3296	3703	3165
1998	19329	19947	19275	4722	5842	4588	2675	2793	2656	3259	3956	3156
1999	19342	19611	19270	4723	5693	4568	2675	2762	2646	3264	3849	3143
2000	19326	19724	19273	4708	5501	4590	2680	2940	2654	3249	3773	3156

Theo số liệu của Tổng cục Khí tượng thủy văn

biên lòng sông $I=2,27\text{‰}$. Mực nước trung bình năm của sông Gâm tại Chiêm Hoá từ 32,31m (1992) đến 32,96m (1997); mực nước cao nhất 39,56m (1998), thấp nhất 31,43m. Biên độ dao động mực nước lớn nhất 8,0m (bảng III.5). Cường độ dâng mực nước nhanh nhất 3,51m/ngđ (26/7/1997), hạ thấp nhanh nhất 2,24m/ngđ (28/7/1997). Lưu lượng bình quân năm tại Chiêm Hoá 312 - 461m³/s; trong đó lưu lượng đỉnh lũ cao nhất 4340m³/s (1996). Ngày 14/8/1996 đỉnh lũ tại Chiêm Hoá có lưu lượng 4340m³/s, mực nước lũ 34,58m, vận tốc dòng lũ cực đại 3,18m/s (bảng III.6).

Bảng III.6. Phân bố lưu lượng trung bình năm trên sông Gâm tại trạm Chiêm hoá (Theo số liệu của Tổng cục Khí tượng thủy văn)

Năm	TB.năm m ³ /s	Max m ³ /s	Min m ³ /s
1991	324	3170	73.2
1992	328	4470	60.8
1993	400	2560	55.6
1994	421	2340	68.4
1995	395	3710	72.6
1996	434	4340	60.1
1997	461	2350	89.8
1998	386	4200	86.0
1999	386	3440	72.7
2000	312	2980	80.7

- Sông Lô có chế độ dòng chảy phụ thuộc chặt chẽ vào chế độ mưa vùng thượng lưu và cường độ lũ của các dòng phụ lưu (bảng III.7 và III.8).

Mực nước trung bình năm của sông Lô tại trạm Việt Trì là 8,49 - 9,74m, mực nước cao nhất 16,85m (1996), thấp nhất 6,46m, biên độ dao động mực nước lớn nhất 8,89m. Cường độ dâng mực nước nhanh nhất 1,13m/ngđ (13/8/1996), hạ thấp nhanh nhất 0,84m/ngđ (26/8/1996).

Lưu lượng bình quân năm của sông Lô tại Vụ Quang dao động 338 - 995m³/s; trong đó lưu lượng đỉnh lũ cao nhất 6580 m³/s (2000).

Bảng III.7. Phân bố mực nước trung bình năm trên sông Lô

Trạm	Đạo Đức			Bắc Quang			Tuyên Quang			Việt Trì		
	TB.năm (cm)	Max (cm)	Min (cm)	TB.năm (cm)	Max (cm)	Min (cm)	TB.năm (cm)	Max (cm)	Min (cm)	TB.năm (cm)	Max (cm)	Min (cm)
1991	8864	9239	8775	6190	6823	6075	1745	2504	1562	925	1580	672
1992	8853	9535	8773	6160	7026	6063	1728	2725	1535	892	1573	726
1993	8865	9307	8774	6170	6770	6070	1761	2374	1551	914	1406	744
1994	8887	9195	8770	6186	6655	6061	1779	2342	1540	956	1506	728
1995	8918	9501	8814	6200	7090	6073	1800	2743	1565	965	1609	749
1996	8963	9430	8871	6204	7110	6076	1799	2798	1561	974	1685	710
1997	8962	9238	8877	6187	6756	6090	1807	2481	1602	963	1537	736
1998	8939	9462	8870	6176	6967	6071	1754	2631	1569	903	1553	664
1999	8934	9238	8857	6182	6839	6056	1762	2529	1544	849	1532	649
2000	8931	9513	8861	6172	7283	6070	1739	2636	1570	897	1579	671

Theo số liệu của Tổng cục Khí tượng thủy văn

Bảng III.8. Phân bố lưu lượng trung bình năm trên sông Lô

Trạm	Đạo Đức			Ghềnh Gà			Vụ Quang		
	TB.năm m ³ /s	Max m ³ /s	Min m ³ /s	TB.năm m ³ /s	Max m ³ /s	Min m ³ /s	TB.năm m ³ /s	Max m ³ /s	Min m ³ /s
1991	153	1000	28.5	725	5310	166	563	5090	312
1992	139	2070	32.3	673	6840	113	412	6660	212
1993	142	1140	25	795	4130	143	374	4150	271
1994	171	845	27	867	3980	146	338	4230	242
1995	184	2070	41	934	7380	190	523	6610	311
1996	175	1980	38	912	7930	129	390	6560	282
1997	156	842	37.7	909	4610	216	486	5130	326
1998	142	1920	35.5	753	5940	155	995	5890	212
1999	145	991	29.4	785	5800	137	246	5170	184
2000	140	1890	31.2	673	6290	168	885	6580	225

Theo số liệu của Tổng cục Khí tượng thủy văn

Vận tốc dòng chảy sông Lô tại mặt cắt cảng bốc dỡ khoáng sản Việt Trì ngày 7/10/2000 (ứng với lưu lượng dòng chảy $4419\text{m}^3/\text{s}$) dao động $0,03 - 2,32\text{m/s}$; vận tốc lớn nhất cách bờ trái $158,6\text{m}$ ở độ sâu $9,36\text{m}$ là $2,32\text{m/s}$; vận tốc nhỏ nhất cách bờ phải $3,5\text{m}$, ở độ sâu $1,86\text{m}$ là $0,03\text{m/s}$.

III.2.3. Khu vực sông Cầu -Thương - Lục Nam

Hệ thống sông Thái Bình được tạo nên bởi 3 con sông chính: sông Cầu, sông Thương và sông Lục Nam.

Sông Cầu nằm ở phần Tây của lưu vực, dài 368km , diện tích lưu vực tính đến Phả Lại 6.030km^2 . Sông có chiều dài lưu vực 198km , chiều rộng trung bình của lưu vực $30,7\text{km}$; độ dốc lòng sông $I = 1,61\text{‰}$; mật độ lưới sông trung bình $0,95\text{km}/\text{km}^2$.

Sông Thương nằm ở phần Bắc của lưu vực, dài 157km , diện tích lưu vực tính đến Bến Lạc 6.650km^2 . Sông có chiều dài lưu vực 99km , chiều rộng trung bình $67,1\text{km}$; độ dốc trung bình lòng sông $I = 1,33\text{‰}$; mật độ lưới sông trung bình $0,82\text{km}/\text{km}^2$. Modul dòng chảy kiệt tại Hữu Lũng $M_o = 2,4\text{l/s.km}^2$, hệ số biến động dòng chảy trong nhiều năm $C_v = 0,37$, hệ số bất đối xứng $C_s = 1,7$.

Sông Lục Nam nằm ở phần Đông Bắc của lưu vực, dài 175km , diện tích lưu vực tính đến Phương Nhon 3.070km^2 . Sông có chiều dài lưu vực 120km , chiều rộng trung bình lưu vực $25,6\text{km}$; độ dốc trung bình lòng sông $I = 1,65\text{‰}$; mật độ lưới sông trung bình $0,94\text{km}/\text{km}^2$. Modul dòng chảy kiệt tại Chũ $M_o = 2,5\text{l/s.km}^2$, hệ số biến động dòng chảy nhiều năm $C_v = 0,6$, hệ số bất đối xứng $C_s = 3,8$.

Tổng diện tích lưu vực của 3 sông là 15.750km^2 .

III.2.3.1. Đặc điểm khí hậu

Khí hậu vùng lưu vực các sông Cầu -Thương -Lục Nam có 2 mùa rõ rệt: mùa mưa và mùa khô. Mùa mưa kéo dài từ tháng V đến tháng X, mùa khô kéo dài từ tháng XI đến tháng IV năm sau.

Trên lưu vực sông Cầu, lượng mưa trung bình năm tại Thác Rìềng thay đổi 1.071 - 1.581mm; lượng mưa cao nhất trong ngày 170,7mm; tổng số ngày có mưa trong năm 99 - 142 ngày (bảng III.9). Nhiệt độ trung bình trong năm là 22°C, nhiệt độ ngày cao nhất 39,4°C, nhiệt độ ngày thấp nhất -1,0°C, chênh lệch nhiệt độ trung bình tháng 13,0°C, trong ngày 8,0°C. Tổng số giờ nắng trong năm 1555 giờ. Độ ẩm trung bình 84%. Tốc độ gió cao nhất 30m/s, thấp nhất 1,3m/s.

Trên lưu vực sông Thương, lượng mưa trung bình năm tại Hữu Lũng đạt 1.488mm; lượng mưa cao nhất ngày 241mm; tổng số ngày có mưa trung bình năm 132 ngày (bảng III.9). Nhiệt độ trung bình năm 22,7°C, nhiệt độ ngày cao nhất 40,1°C, nhiệt độ ngày thấp nhất là -1,1°C, chênh lệch nhiệt độ trung bình tháng 13,5°C, trong ngày 8,3°C. Độ ẩm trung bình 82%. Tốc độ gió cao nhất trên 30m/s, thấp nhất 0,9m/s.

Trên lưu vực sông Lục Nam, lượng mưa trung bình năm tại Lục Nam dao động từ 1.081 đến 1.473mm, trung bình 1.326mm; lượng mưa cao nhất ngày 192,7mm; tổng số ngày có mưa trong năm 61 - 115 ngày (bảng III.9). Nhiệt độ trung bình năm là 23,4°C, nhiệt độ ngày cao nhất 39,1°C, nhiệt độ ngày thấp nhất 2,8°C, chênh lệch nhiệt độ trung bình tháng 13,1°C, trong ngày 6,4°C. Tổng số giờ nắng trong năm 1730 giờ. Độ ẩm trung bình 81%. Tốc độ gió cao nhất 28m/s, thấp nhất 1,9m/s.

Đề tài: “Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống”
 Đề tài nhánh: “Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc”

Bảng III.9. Phân bố lượng mưa trung bình năm trên lưu vực sông Cầu-Thương-Lục Nam

Trạm	Thác Riêng			Lục Nam			Đáp Cầu		
	TB.năm (mm)	Max ngày (mm)	Tổng ngày mưa	TB.năm (mm)	Max ngày (mm)	Tổng ngày mưa	TB.năm (mm)	Max ngày (mm)	Tổng ngày mưa
1991	1071.0	63.2	107	1208.6	170.3	61			
1992	1190.0	170.7	103	1081.7	75.7	70			
1993	1301.8	66.5	121	1146.4	63.0	81			
1994	1581.8	107.7	142	1396.2	94.2	103			
1995	1317.8	100.1	113	1306.5	116.6	87			
1996	1212.0	64.4	117	1439.4	98.0	91	1672.9	100.2	101
1997	1303.9	57.3	123	1473.8	155.0	115	1702.5	100.1	109
1998	1145.6	88.5	109	1373.5	72.8	86	1306.7	87.5	87
1999	1335.1	70.2	127	1152.3	192.7	83	1223.6	60.6	118
2000	1189.2	82.2	99						

Theo số liệu của Tổng cục Khí tượng thủy văn.

III.2.3.2. Đặc điểm thủy văn (bảng III.10)

Chế độ dòng chảy trên lưu vực sông Cầu - Thương - Lục Nam được chia thành 2 mùa rõ rệt: mùa nước lớn kéo dài từ tháng V đến tháng X, mùa nước kiệt kéo dài từ tháng XI đến tháng IV năm sau.

- Trên sông Cầu, mực nước trung bình năm tại Thác Riêng dao động 94,49 - 94,57m. Mực nước cao nhất trong vòng 10 năm gần đây là 99,58m (1992), thấp nhất 94,12m (1999), biên độ dao động mực nước lớn nhất trong năm là 5,4m. Vào mùa lũ cường độ dâng mực nước nhanh nhất 3,11m/ngđ (14/7/1992), hạ thấp nhanh nhất 1,46m/ngđ (25/7/1992).

Lưu lượng bình quân năm của sông Cầu tại Thác Bưởi là 52,2m³/s; lưu lượng trung bình tháng lớn nhất 130 m³/s (tháng 7); lưu lượng trung bình tháng nhỏ nhất 11,7 m³/s (tháng 2); dòng chảy mùa lũ chiếm 83% dòng chảy cả năm, mùa kiệt chiếm 17%.

Sông cầu có modul dòng chảy kiệt tính đến Thác Bưởi $M_0 = 8,11/s.km^2$, hệ số biến động dòng chảy trong nhiều năm $C_v = 0,47$, hệ số bất đối xứng $C_s = 1,01$.

- Trên sông Thương, mực nước trung bình năm tại Cầu Sơn dao động 13,05 - 13,29m. Mực nước cao nhất 15,94m (1995), thấp nhất 11,72m (1999), biên độ dao động mực nước lớn nhất trong năm 3,85m. Vào mùa lũ mực nước dâng nhanh nhất 0,78m/ngđ (7/7/1995), hạ thấp nhanh nhất 0,53m/ngđ (10/8/1995).

Mực nước trung bình năm của sông Thương tại Lục Nam dao động 1,4-1,92m. Mực nước cao nhất 7,06m (1992), thấp nhất là 0,04m (1993), biên độ dao động mực nước lớn nhất trong năm 6,88m. Vào mùa lũ cường độ dâng

Bảng III.10. Phân bố mực nước trung bình năm trên sông Cầu-Thương-Lục Nam

Trạm	Thác Riềng			Cầu Sơn			Lục Nam			Đáp Cầu		
	TB.năm (cm)	Max (cm)	Min (cm)	TB.năm (cm)	Max (cm)	Min (cm)	TB.năm (cm)	Max (cm)	Min (cm)	TB.năm (cm)	Max (cm)	Min (cm)
1991	9455	9638	9425	1316	1575	1213	180	553	26	193	555	34
1992	9450	9958	9418	1316	1575	1213	147	706	18	160	735	23
1993	9449	9616	9413	1316	1575	1213	153	556	4	164	513	8
1994	9456	9797	9420	1316	1575	1213	192	618	11	208	663	15
1995	9460	9810	9426	1329	1594	1209	178	694	29	192	722	32
1996	9457	9710	9416	1325	1544	1221	184	647	7	197	683	15
1997	9456	9612	9419	1325	1468	1227	182	580	29	196	624	36
1998	9455	9689	9418	1312	1565	1192	158	633	18	165	585	27
1999	9450	9623	9412	1312	1474	1172	176	506	15	185	520	21
2000	9451	9898	9417	1305	1553	1199	165	575	38	175	643	46

Theo số liệu của Tổng cục Khí tượng thủy văn

mực nước nhanh nhất 1,87m/ngđ (25/7/1992), hạ thấp nhanh nhất 0,41m/ngđ (1/8/1992).

- Trên sông Lục Nam, lưu lượng bình quân năm tại Chũ: $Q = 43,2\text{m}^3/\text{s}$; lưu lượng trung bình tháng lớn nhất $116\text{m}^3/\text{s}$ (tháng VIII); lưu lượng trung bình tháng nhỏ nhất là $5,1\text{m}^3/\text{s}$ (tháng I); dòng chảy mùa lũ chiếm 90,3% dòng chảy cả năm, mùa kiệt chiếm 9,7%.

III.2.4. Lưu vực sông Thao

Lưu vực sông Hồng có gần một nửa diện tích nằm trên lãnh thổ Trung Quốc, một phần nhỏ trên lãnh thổ Lào, phần còn lại nằm trên lãnh thổ Việt Nam. Tổng diện tích lưu vực sông Hồng tính đến Sơn Tây là 143.600km^2 , bao gồm lưu vực sông Đà, sông Thao và sông Lô. Trên lãnh thổ Việt Nam, sông Hồng được chia làm 2 sông: từ Lào Cai đến Việt Trì gọi là sông Thao, từ Việt Trì đến cửa Ba Lạt gọi là sông Hồng. Do có sự giới hạn về vị trí và ranh giới vùng nghiên cứu nên trong phần này chúng tôi chỉ mô tả đặc điểm khí tượng thủy văn của lưu vực sông Thao.

III.2.4.1. Đặc điểm khí hậu vùng lưu vực sông Thao

Khí hậu lưu vực sông Thao mang tính nhiệt đới và cận nhiệt đới. Nó chịu ảnh hưởng rất mạnh của gió mùa vùng Đông Á: gió mùa Đông - Bắc từ tháng X đến tháng IV năm sau, gió mùa Đông-Nam từ tháng V đến tháng IX.

Theo lượng mưa có thể chia thành 2 mùa:

Mùa mưa kéo dài từ tháng V đến tháng IX với tổng lượng mưa mùa 761,1 - 1557,7 mm, chiếm 74,93 - 78,4% tổng lượng mưa năm. Lượng mưa tháng lớn nhất mùa mưa tới 570,1mm/th, lượng mưa cực đại 211,8mm/ngđ.

Mùa khô kéo dài từ tháng X đến tháng IV năm sau với tổng lượng mưa mùa dao động 212,2 - 521mm, chiếm 21,6 - 25,07% lượng mưa năm.

Tổng lượng mưa trong năm trên lưu vực sông Thao dao động từ 972,1mm (năm 2000 tại Bảo Hà) đến 2340,1mm (1997 tại Yên Bái). Tổng lượng mưa trung bình năm từ 1446,5mm (tại Phú Hộ) đến 1674,8mm (tại Yên Bái). Lượng mưa bình quân trong năm trên lưu vực sông Thao phân bố không đồng đều theo cả không gian và thời gian: tại Lào Cai lượng mưa trung bình năm 972,1 - 1647,1mm, tổng số ngày có mưa 83 - 98 ngày, lượng mưa lớn nhất 137,9mm/ngđ; tại Yên Bái lượng mưa trung bình năm 1374,9 - 2340,1mm, tổng số ngày có mưa 169 - 229 ngày, lượng mưa lớn nhất 211,8mm/ngđ; tại Phú Hộ lượng mưa trung bình năm 981,3 - 2078,7mm, tổng số ngày có mưa 142 - 184 ngày, lượng mưa lớn nhất 155mm/ngđ (bảng III.11).

Nhiệt độ không khí trung bình năm tại Lào Cai là 22,9°C, trung bình tháng lớn nhất 27,9°C, trung bình tháng thấp nhất 16,0 °C, nhiệt độ ngày cao nhất 41°C, thấp nhất 1,4°C; tổng số ngày có nắng 1588 ngày. Tốc độ gió lớn nhất 40m/s, nhỏ nhất 1,6m/s. Tại Yên Bái nhiệt độ không khí trung bình năm là 22,7°C, nhiệt độ ngày cao nhất 39,8°C, thấp nhất 2,9°C; tổng số ngày có nắng 1408 ngày. Tốc độ gió lớn nhất 28m/s, nhỏ nhất 1,4m/s..

Lượng bốc hơi năm lớn nhất 867,5mm (1993), nhỏ nhất 707,4mm (1990), trung bình 773,8mm. Thông thường lượng bốc hơi nhỏ hơn lượng mưa, tuy nhiên trong một số tháng mùa khô lượng bốc hơi cao hơn lượng mưa đã gây ra hiện tượng khô hạn, thiếu hụt nước ở một số vùng.

Độ ẩm không khí thường thay đổi 60 -85%. Mùa mưa độ ẩm đạt 85%, mùa khô có ngày độ ẩm chỉ đạt 46%.

Đề tài: “Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống”
 Đề tài nhánh: “Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc”

Bảng III.11. Phân bố lượng mưa và tổng ngày mưa năm trên lưu vực sông Thao

Trạm	Bảo Hà			Yên Bái			Phú Hộ		
	TB.năm (mm)	Max ngày (mm)	Tổng ngày mưa	TB.năm (mm)	Max ngày (mm)	Tổng ngày mưa	TB.năm (mm)	Max ngày (mm)	Tổng ngày mưa
1991	1269.2	81.0	83	1410.9	83.1	205	1509.9	153.3	157
1992	1647.1	97.2	79	1930.1	194.0	174	1291.1	128.8	142
1993	1113.4	77.0	78	1443.1	90.3	183	1128.9	69.5	152
1994	1848.5	94.2	98	2279.1	144	229	1848.3	98.9	184
1995	1110.8	68.2	73	2049.6	211.8	200	1413.6	99.7	164
1996	1354.5	110.0	88	2199.8	132.7	212	2078.7	155.0	170
1997	1570.1	96.2	98	2340.1	104.5	205	1714.5	92.5	170
1998	1424.7	78.2	75	1374.9	100.5	169	981.3	59.1	142
1999	1469.7	134.0	95	1782.2	121.5	192	1260.7	128.2	159
2000	972.1	40.7	88	2088.1	130.7	179	1238.1	145.1	146
2001	1586.2	137.9	88						
TB	1536.6			1674.8	131.3	174.1	1446.5	107.1	158.6

Theo số liệu của Tổng cục Khí tượng thủy văn

III.2.4.2. Đặc điểm thủy văn vùng lưu vực sông Thao

Sông Thao là một hợp lưu của sông Hồng, phát nguyên ở độ cao 2.700m từ hồ Đại Lý trên núi Ngụ Sơn thuộc tỉnh Vân Nam Trung Quốc. Sông có tổng chiều dài 1.126km, phần chảy trong lãnh thổ Việt Nam dài 332km. Trên lãnh thổ Trung Quốc sông Thao được gọi là sông Nguyên. Tổng diện tích lưu vực sông Thao tính đến Việt Trì là 51.750km² (chiếm 36,04% diện tích lưu vực sông Hồng tính đến Sơn Tây) phần trên lãnh thổ Việt Nam là 11.910km². Từ thành phố Man Hoa Trung Quốc đến thành phố Việt Trì, sông chảy theo hướng Tây Bắc -Đông Nam. Lưu vực sông hẹp và được giới hạn bởi đường phân thủy trên 2 dãy núi cao là hoàng Liên Sơn và Con Voi. Độ rộng của lưu vực vùng Lào Cai là 31,13km, Yên Bái 71,7km; nơi rộng nhất tại Việt Trì là 78,7km. Sông có độ dốc khá lớn, lòng sông có nhiều thác ghềnh. Độ dốc lòng sông trên địa phận Trung Quốc $I = 2,65\text{‰}$; từ Lào Cai đến Yên Bái $I = 0,31\text{‰}$; từ Yên Bái đến Việt Trì $I = 0,16\text{‰}$. Trên vùng thượng lưu bề rộng trung bình của sông không lớn. Từ Lâm Thao đến Việt Trì lòng sông mở rộng và uốn khúc; về mùa nước lớn sông rộng tới trên 1km, về mùa nước kiệt lòng sông thu hẹp lại còn 200 - 500m, giữa sông có nhiều bãi bồi, sông chỉ còn sâu 3 - 5m. Các nhánh của sông Thao đều ngắn và dốc, dòng chảy thường vuông góc với dòng chảy chính. Mật độ lưới sông trung bình khoảng 0,3km/km².

Tổng lượng nước bình quân nhiều năm của sông Thao là 28,5km³, cung cấp gần 23,5% lượng nước cho sông Hồng. Modul bình quân dòng chảy kiệt của sông Thao tại Yên Bái $M_o = 12,6 \text{ l/s.km}^2$; hệ số biến động dòng chảy $C_v = 0,4$; hệ số bất đối xứng $C_s = 1,8$.

Chế độ nước của sông Thao trùng với chế độ mưa khu vực. Mùa nước lớn kéo dài từ tháng V đến tháng IX, mùa nước kiệt từ tháng X đến tháng IV. Lượng nước tối đa vào các tháng VII và VIII; lượng nước tối thiểu vào các

Đề tài: “Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống”
 Đề tài nhánh: “Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc”

Bảng III.12. Phân bố mực nước trung bình năm trên sông Thao

Trạm	Lào Cai			Bảo Hà			Yên Bái			Phú Hộ		
	TB.năm cm	Max cm	Min cm	TB.năm cm	Max cm	Min cm	TB.năm cm	Max cm	Min cm	TB.năm cm	Max cm	Min cm
1991				5040	5449	4897	2558	2922	2385	1471	1830	1326
1992				5020	5605	4888	2553	3004	2385	1479	1891	1341
1993	7612	8042	7494	5013	5473	4866	2545	2925	2399	1467	1748	1339
1994	7636	8025	7480	5044	5575	4856	2593	3025	2385	1500	1861	1326
1995	7597	8103	7462	5075	5638	4900	2592	3000	2407	1508	1919	1342
1996	7640	8049	7487	5094	5738	4908	2605	3114	2395	1538	1958	1364
1997	7644	8032	7499	5088	5636	4925	2605	3018	2416	1540	1910	1411
1998	7647	8031	7533	5049	5495	4919	2549	2919	2395	1462	1802	1338
1999	7683	8166	7511	5090	5604	4896	2594	2971	2390			
2000	7691	8120	7565	5095	5562	6942	2725	3041	2547			
2001	7720	8477	7536									

Theo số liệu của Tổng cục Khí tượng thủy văn

tháng III và IV. Trong mùa nước lớn cường độ dâng mực nước có khi đạt tới 2,45m/ngđ (bảng III.12).

Tại Lào Cai mực nước trung bình năm của sông Thao 75,97 - 77,20m; mực nước cao nhất 84,77m (2001); mực nước thấp nhất 74,62m (1995); biên độ dao động mực nước trong năm lớn nhất 9,41m (2001), nhỏ nhất 4,98m (1998); cường độ dâng mực nước nhanh nhất 2,45m/ngđ (2/7/2001), hạ thấp nhanh nhất 2,11m/ngđ (4/7/2001). Tại Yên Bái mực nước trung bình năm 25,45 - 27,25m; mực nước cao nhất 31,14 m (1996); thấp nhất 23,85m (1994); biên độ dao động mực nước năm lớn nhất 7,19m (1996), nhỏ nhất 4,94m (2001); cường độ dâng mực nước nhanh nhất 2,33m/ngđ (25/7/1996), hạ thấp nhanh nhất 1,26m/ngđ (27/7/1996). Tại Phú Hộ mực nước trung bình năm 14,62 - 15,4mm; mực nước cao nhất 19,58m (1996); mực nước thấp nhất 13,26m (1994); biên độ dao động mực nước năm lớn nhất 5,94m (1996), nhỏ nhất 4,09m (1993); mực nước dâng nhanh nhất 2,13m/ngđ (25/7/1996), hạ thấp nhanh nhất 1,21m/ngđ (27/7/1996).

Theo bảng thống kê lưu lượng dòng chảy sông Thao tại Yên Bái từ năm 1990 đến năm 2000 thì tổng lượng dòng chảy trên sông Thao trong mùa nước lớn chiếm 76,3% dòng chảy cả năm, mùa kiệt chiếm 23,7% (bảng III.13).

Tại Yên Bái lưu lượng trung bình năm dao động 504 - 903m³/s; lưu lượng cao nhất 7010m³/s (1996); lưu lượng thấp nhất 95m³/s (1995).

Vận tốc dòng chảy vùng cửa sông Thao (cách cầu Phong Châu 150m về phía hạ lưu, ngày 7/10/2000, ứng với lưu lượng dòng chảy 1502,5m³/s) dao động 1,24 - 2,12m/s; chỉ có 1 điểm cách bờ trái 34m có tốc độ 0,45m/s; vận tốc lớn nhất cách bờ phải 16m, ở độ sâu 7,8m là 2,12m/s.

Bảng III.13. Phân bố lưu lượng trung bình năm trên sông Thao

Trạm	Lào Cai			Yên Bái		
	TB.năm (m ³ /s)	Max (m ³ /s)	Min (m ³ /s)	TB.năm (m ³ /s)	Max (m ³ /s)	Min (m ³ /s)
1991				679	4080	138
1992				591	5770	120
1993				504	3400	124
1994				821	5640	95.0
1995	638	3840	98	808	5840	162
1996		1700		903	7010	153
1997	723	3300	167	851	5010	196
1998	557	2840	148	640	3110	111
1999	747	3970	100	823	3720	150
2000	712	3800	214	765	3760	252
2001	878	6280	122			

Theo số liệu của Tổng cục Khí tượng thủy văn

III.2.4.3. Đặc điểm thủy văn vùng hợp lưu sông Thao - Đà - Lô tại Việt Trì

Việt Trì là nơi hợp lưu của 3 con sông lớn nhất miền Bắc, đó là: sông Đà, sông Thao và sông Lô. Do chế độ dòng chảy của vùng hợp lưu phụ thuộc rất chặt chẽ vào chế độ dòng chảy của 3 phụ lưu, nên chế độ thủy văn, thủy lực của sông Hồng ở đoạn này vô cùng phức tạp, lòng sông và bờ sông bị biến đổi thường xuyên.

Đoạn sông Hồng tại vùng hợp lưu có dạng hình chữ U ngược. Từ Hồng Đà đến Cổ Đô sông chảy theo hướng gần Nam - Bắc, từ Cổ Đô đến Phú Cường sông chảy theo hướng gần Tây - Đông, từ Phú Cường đến Chu Minh sông chảy theo hướng gần Bắc - Nam. Trong mùa lũ sông có chiều rộng trên 1km, mùa kiệt lòng sông thu hẹp lại còn 200 - 500m. Lòng sông có nhiều cồn cát.

Mùa lũ sông Hồng tại vùng hợp lưu thường kéo dài từ tháng VI đến tháng X với tổng lượng nước mùa chiếm 70 - 80% tổng lượng dòng chảy năm. Lũ lớn nhất thường xuất hiện vào tháng VII và VIII. Nguồn sinh lũ là do mưa kéo dài từ các tổ hợp thời tiết phức tạp trên vùng thượng lưu.

Lũ sông Hồng vùng hợp lưu được hình thành do tổ hợp lũ sông Đà, sông Thao và sông Lô. Trong đó lũ sông Đà đóng góp 49%, sông Lô 28%, sông Thao 23%. Sự phân bố này không đồng đều và thường hay có sự lệch pha. Trên sông Hồng lũ thường tập trung nhanh và rất ác liệt.

Lũ trên sông Hồng là dạng lũ có nhiều ngọn, một trận lũ thường có từ 2 đến 3 đỉnh, đỉnh sau cao hơn đỉnh trước. Mực nước lũ lên xuống rất nhanh với biên độ dao động trong khoảng 5 - 6m; lưu lượng đỉnh lũ thường rất lớn, trung bình 16.000 - 17.000m³/s, cao nhất đạt tới 37.800m³/s. Một năm vùng hợp lưu có 2 - 12 trận lũ; thời gian duy trì một trận lũ thường kéo dài 20 - 25 ngày, đôi khi dài hơn.

Do cường suất dâng mực nước lũ trên các sông phụ lưu phụ thuộc chặt chẽ vào lượng mưa khu vực, vào sự phân bố mưa trong các trận mưa gây lũ, vào độ dốc và thảm phủ vùng lưu vực nên cường suất mực nước lũ vùng hợp lưu có diễn biến rất phức tạp. Theo thống kê nhiều năm thì cường suất lũ tại vùng hợp lưu trung bình là 0,56m/h, thấp hơn cường suất lũ sông Đà (0,77m/h), sông Thao (0,6m/h) và sông Lô (0,69m/h).

Mức độ ác liệt của lũ sông Hồng vùng hợp lưu phụ thuộc chủ yếu vào tổ hợp lũ của 3 sông Đà - Lô - Thao. Trong đó:

Lũ sẽ cực kỳ ác liệt khi đỉnh lũ lớn nhất nhiều năm (lũ lịch sử) của cả 3 sông cùng đổ về vùng hợp lưu trong cùng một thời điểm. Tuy nhiên trong lịch sử trường hợp này chưa từng xảy ra.

Lũ đặc biệt lớn khi đỉnh lũ lớn nhất trong năm của cả 3 sông cùng gặp nhau tại vùng hợp lưu. Trong gần 80 năm qua trường hợp này đã xảy ra 10 lần, trong đó có 4 lần gây lũ cực lớn và lũ lịch sử trên sông Hồng vào các năm 1945, 1968, 1971 và 1996.

Lũ lớn khi đỉnh lũ lớn nhất trong năm của 2 trong 3 sông cùng gặp nhau tại vùng hợp lưu. Trong gần 80 năm qua trường hợp này đã xảy ra 27 lần.

Qua các trình bày trên có thể thấy rằng đặc điểm khí tượng thủy văn, động lực dòng chảy vùng nghiên cứu có diễn biến rất phức tạp. Đó là một trong những nguyên nhân chính gây nên sự mất ổn định lòng sông và bờ sông khu vực miền núi phía Bắc.

III.2.5. Vai trò của các yếu tố thủy văn trong hiện tượng xói lở bờ sông

Trong các yếu tố ngoại sinh gây ra hiện tượng trượt lở, xói lở, sạt lở, sập lở bờ sông, bờ hồ thì các yếu tố về thủy văn có vai trò quyết định nhất. Chúng luôn được xác định là các yếu tố quan trọng, trực tiếp góp phần gây ra các hiện tượng trượt lở, xói lở, sạt lở và sụp đổ bờ. Trong các yếu tố thủy văn, đối với hiện tượng xói lở bờ sông, động lực dòng chảy đóng vai trò chủ đạo. Dưới đây sẽ xem xét vai trò của động lực dòng chảy trong xói lở bờ sông.

Tất cả các dòng sông đều có hoạt động xói mòn. Xói mòn phát triển chủ yếu dọc theo lòng sông và hai bên bờ sông. Vào mùa nước lớn và nước lũ, mực nước sông dâng cao, lưu lượng tăng, vận tốc dòng chảy lớn, hiện tượng xói mòn phát triển mạnh, sự phá hoại bờ có tính chất tăng biến đột ngột với cường độ phá huỷ cao.

Động lực của dòng chảy được đặc trưng bởi động năng của nó, thể hiện ở sự rửa xói, phá hoại lòng và bờ, ở sự mang chuyển vật chất xói rời từ lòng và bờ đột nhập vào dòng chảy.

Động năng của dòng chảy được tính theo công thức:

$$P = \frac{mv^2}{2} \quad (III.1)$$

Như vậy tốc độ dòng chảy của sông càng cao thì công do dòng chảy thực hiện càng lớn, hiện tượng rửa xói, phá hoại lòng và bờ càng mạnh.

Ngoài ra người ta còn xác định hệ số ổn định bờ sông và lòng sông bằng tỷ số giữa kích thước trung bình (d_{tb}) các hạt ở hai bên bờ và lòng sông (tính theo mm) và giá trị độ dốc (I) của sông.

$$K_{od} = \frac{d_{tb}}{I} \quad (III.2)$$

Khi K_{od} càng lớn thì bờ sông càng ổn định.

Để xác định một đoạn lòng hay bờ sông có xu thế xói lở hay bồi tụ, người ta so sánh giá trị động năng P của dòng chảy với trọng lượng G của vật liệu rời mà dòng chảy có thể mang đi. Khi $P > G$ thì trên đoạn sông đó xói mòn và sạt lở chiếm ưu thế; khi $P = G$ thì có sự cân bằng giữa xói mòn và tích tụ; khi $P < G$ thì tích tụ chiếm ưu thế.

Trong các yếu tố về địa chất có ảnh hưởng đến quá trình xói lở bờ do động lực dòng chảy gây ra thì thành phần và trạng thái của đất đá ven bờ có ý nghĩa vô cùng quan trọng. Ở những đoạn bờ sông gồm đất đá dễ tan và dễ rửa xói thì các quá trình xói mòn, sạt lở bờ được thể hiện rõ rệt và phát triển mạnh nhất. Bởi vậy, khi đánh giá và dự báo sự phát triển của các quá trình xói lở bờ do tác động của dòng chảy, người ta thường so sánh vận tốc dòng chảy hiện có hoặc có thể có với tốc độ cho phép không gây rửa xói đối với các loại đất đá cấu tạo bờ (tốc độ giới hạn, xem bảng III.14). Nếu tốc độ dòng chảy lớn hơn tốc độ cho phép đối với đất đá, thì hiện tượng xói lở và sạt lở bờ là không thể tránh khỏi.

Bảng III.14. Tốc độ giới hạn của dòng nước không gây xói mòn đất đá
 (Theo V.D.Lomtadze, 1997)

Đất đá	Tốc độ (m/s)
1. Rời xốp	
Cuội và đá dăm nhỏ	1 - 1,25
Sỏi và sạn sỏi	0,6 - 1
Cát thô và hạt lớn	0,25 - 0,6
Cát hạt vừa và hạt nhỏ	0,25 - 0,35
Cát hạt mịn	0,2
2. Mềm dính	
Sét và sét pha cát chặt	1,2
Sét và sét pha cát kém chặt	0,5
Cát pha sét chặt	0,6 - 0,8
Cát pha sét kém chặt	0,25 - 0,35
Hoàng thổ	0,2 - 0,3

Trên một đoạn sông thì cường độ xói lở của lòng và bờ sông được quyết định bởi đặc điểm chế độ dòng chảy, đặc điểm địa hình - địa mạo lòng sông, thành phần và tính chất của đất đá lòng và bờ. Do đặc điểm địa hình - địa mạo lòng sông thường khá phức tạp nên trên cùng một mặt cắt ngang lòng

sông vận tốc dòng chảy thường không đều nhau; vận tốc lớn tập trung ở vùng nước sâu, vận tốc nhỏ tập trung ở vùng nước nông. Bởi vậy trong thực tế tại những vùng nước sâu dòng chảy thường mạnh và ở đó xảy ra hiện tượng xói lòng và lở bờ; tại những vùng nước nông, dòng chảy thường nhỏ và ở đó có sự tích tụ.

Sự uốn khúc của lòng sông cũng ảnh hưởng rất lớn tới quá trình xói lở và sụp đổ bờ sông do động lực dòng chảy gây ra. Trong phạm vi của một uốn khúc, các lực ly tâm tạo nên sự nghiêng dốc theo chiều ngang, tạo điều kiện phát sinh dòng chảy rối xoắn ốc sát bờ. Trong dòng chảy rối, các tia nước trên mặt lao từ bờ lồi sang bờ lõm với tốc độ cao, các dòng dưới đáy chảy từ bờ lõm sang bờ lồi với tốc độ thấp hơn. Khi lao sang bờ lõm, các tia nước gây nên rửa xói, khi chui xuống đáy chúng mang theo vật liệu rồi chảy sang bờ đối diện. Quá trình rửa xói liên tục này sẽ tạo ra ở chân bờ lõm các hàm ếch, gây nên hiện tượng sạt lở và sụp đổ bờ. Bởi vậy trong thực tế ta thường thấy: tại bờ lõm của những khúc uốn, bờ sông thường bị sạt lở và sụp đổ mãnh liệt, trong khi đó bờ lồi đối diện lại có xu thế tích tụ.

Sự hợp lưu của các dòng chảy có ảnh hưởng rất lớn tới quá trình xói lở và sụp đổ bờ sông. Trong phạm vi của vùng hợp lưu, các dòng chảy thúc đẩy lẫn nhau tạo nên các dòng chảy rối xoắn ốc rất phức tạp. Trong vùng chảy rối xoắn ốc, vận tốc của nước tăng cực nhanh theo chiều sâu; các tia nước từ trên mặt lao xuống đáy theo hình xoắn ốc dưới tác động của lực hướng tâm với tốc độ rất cao. Khi lao xuống đáy, các tia nước đào xói đáy sông (tương tự như quá trình khoan). Do ngậm nhiều vật liệu trong quá trình đào xói đáy nên trọng lượng thể tích của các tia nước tăng lên nhanh chóng và đến khi nào trọng lượng thắng lực hướng tâm, chúng sẽ bị văng khỏi vòng xoắn, mang theo vật liệu nhập vào dòng chảy. Khi các vòng xoáy áp sát bờ thì các tia nước không những chỉ đào xói đáy sông sát bờ mà còn đào xói cả chân bờ.

Quá trình đào xói này sẽ tạo ra những hố sâu ở đáy sông sát bờ và các hàm ếch ở chân bờ, từ đó gây nên hiện tượng sạt lở, sụp đổ bờ nhanh chóng. Do vị trí và cường độ phá huỷ của các dòng chảy rối xoăn ốc thay đổi liên tục, chúng phụ thuộc vào lưu lượng và vận tốc của từng dòng phụ lưu khi đổ vào vùng hợp lưu nên hiện tượng sạt lở và sụp đổ bờ sông tại các vùng hợp lưu thường xảy ra rất phức tạp và không có quy luật. Bởi vậy trong thực tế ta thường thấy: tại những vùng hợp lưu, đáy sông thường có những hố sâu; bờ sông bị phá huỷ nghiêm trọng nhưng không theo quy luật nhất định.

Trong khu vực nghiên cứu, sạt lở bờ sông Hồng trên vùng hợp lưu Việt Trì xảy ra rất mạnh mẽ và phức tạp. Vị trí sạt lở và cường độ phá huỷ bờ ở đây phụ thuộc rất nhiều vào sự đóng góp dòng chảy lũ của các dòng sông. Khi lưu lượng lũ sông Thao lớn hơn sông Đà thì các vòng xoáy áp sát bờ phải và sạt lở xảy ra trên địa phận xã Phong Vân (Ba Vì, Hà Tây). Khi lưu lượng lũ sông Đà lớn hơn lũ sông Thao thì các vòng xoáy áp sát bờ trái và sạt lở xảy ra mạnh mẽ trên bờ sông thuộc các xã Vĩnh Lại, Cao Xá, Tân Đức, Minh Nông. Khi lưu lượng lũ sông Lô nhỏ hơn tổng lũ sông Đà sông Thao, sạt lở sẽ xảy ra tại bờ trái thuộc phường Bạch Hạc Tp. Việt Trì; nếu ngược lại (trường hợp này ít xảy ra hơn), sạt lở sẽ xảy ra trên cồn Tân Hồng và Phú Cường.

Mặc dù đã có sự điều tiết của thủy điện Hoà Bình nhưng với cường độ gia tăng mực nước lũ trung bình 0,77m/h, tổng lượng dòng chảy góp lũ chiếm 49%, lũ sông Đà vẫn được coi là lớn nhất trong các sông đổ vào vùng hợp lưu Việt Trì. Bởi vậy trong thực tế, sạt lở bờ sông tại xã Thụy Vân, Tân Đức, Minh Nông và phường Bạch Hạc Tp. Việt Trì xảy ra mạnh mẽ nhất trên toàn vùng hợp lưu Việt Trì.

Bờ trái sông Hồng tại phường Bạch Hạc Tp. Việt Trì được hình thành bởi các bồi tích với thành phần chủ yếu là cát, cát pha mịn rời kém chặt, khả năng dính kết kém. Đất bồi tích ở đây có vận tốc rửa xói tới hạn 0,2 -

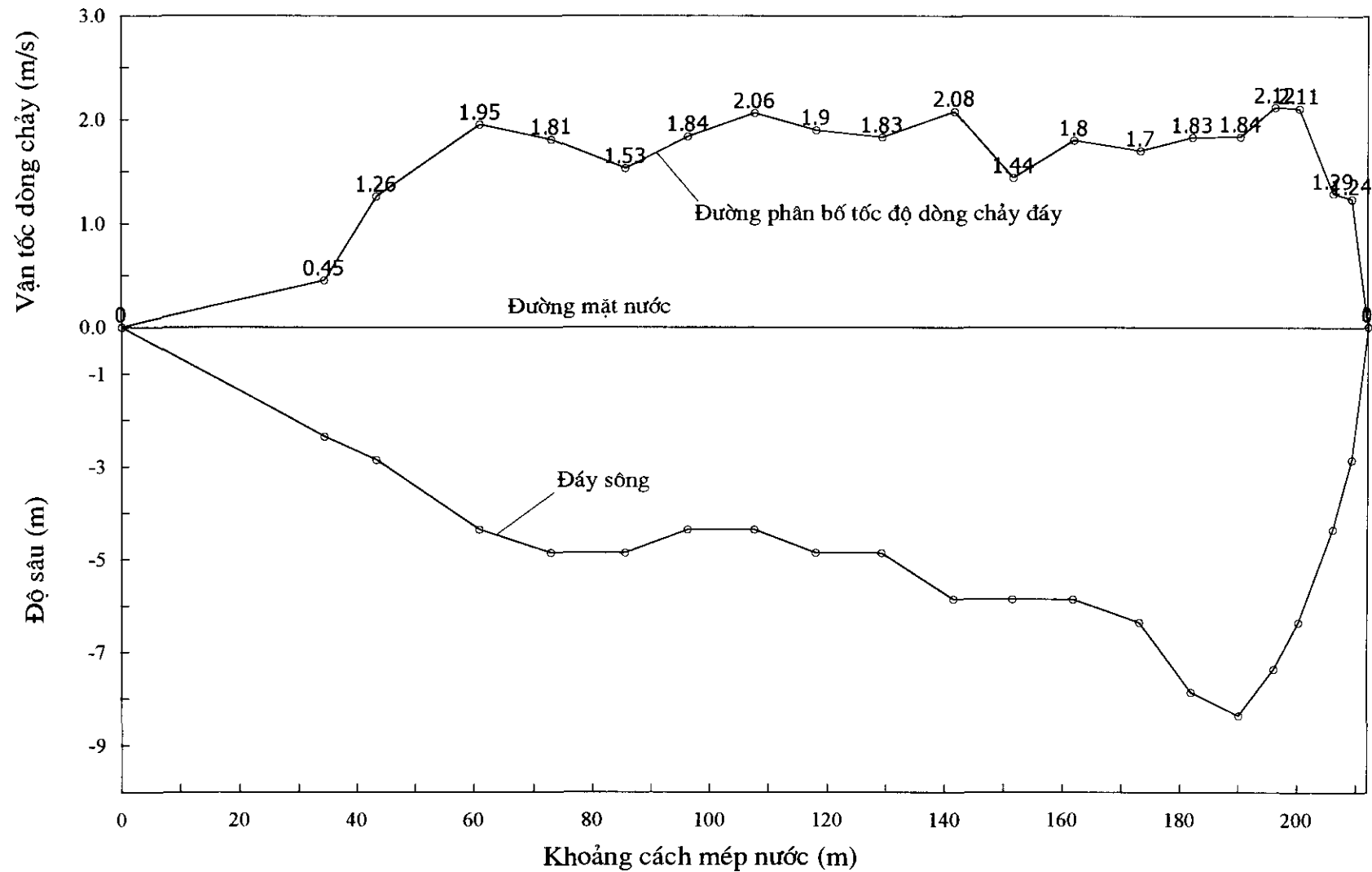
0,35m/s. Theo tài liệu đo vận tốc dòng chảy do Viện khoa học Thủy lợi thực hiện vào năm 2000 thì vào cuối mùa kiệt (4/2000), vận tốc dòng chảy sát bờ trái khá lớn, dao động 1,1 - 1,4m/s, chảy áp sát bờ trái 10 - 28m. Vào mùa lũ (8/2000) do tiết diện ướt của dòng chảy lớn hơn, dòng chủ lưu chảy xa bờ trái hơn, vận tốc dòng chảy sát bờ trái nhỏ hơn mùa kiệt nhưng vẫn đạt giá trị 1,07 - 1,34m/s và áp sát bờ trái 12 - 49m.

Phân tích tổng lượng dòng chảy góp lũ của các sông đổ vào hợp lưu Việt trì và so sánh vận tốc dòng chảy thực trên đây với vận tốc vận tốc rửa xói tới hạn của cát, cát pha kém chặt (0,2 - 0,35m/s) ven bờ có thể thấy rằng: vào mùa kiệt, tổng lượng dòng chảy của sông Đà và sông Thao đổ vào vùng hợp lưu lớn hơn sông Lô rất nhiều nên dòng chủ lưu chảy áp sát bờ trái; vào mùa lũ do dòng chảy sông Lô thường khá lớn, nên dòng chủ lưu bị đẩy ra xa bờ trái hơn. Tuy nhiên vận tốc dòng chảy thực của cả hai mùa vẫn lớn hơn vận tốc rửa xói tới hạn của cát, cát pha ven bờ nhiều lần, nên bờ trái sông Hồng tại phường Bạch Hạc vẫn thường xuyên bị rửa xói và sạt lở mãnh liệt trong cả mùa lũ lẫn mùa kiệt.

Trên sông Thao, vận tốc dòng chảy đo được vào mùa khô 7/10/2000 tại hạ lưu cầu Phong Châu (ứng với lưu lượng $Q=1502,5\text{m}^3/\text{s}$) dao động 1,24 - 2,12m/s; chỉ có 1 điểm sát bờ trái có vận tốc nhỏ nhất là 0,45m/s. Vận tốc lớn nhất cách bờ phải 16m đạt 2,12m/s (H.III.3). Tham khảo mặt cắt đo sâu lòng sông và bảng 15 ta thấy:

Địa hình đáy sông không bằng phẳng, mặt cắt ngang lệch sang bờ phải. Độ sâu đáy lớn nhất 8,6m cách bờ phải 16m.

Bờ sông được hình thành bởi phần trên là sét pha màu nâu đỏ dạng mềm xốp, vận tốc tới hạn không gây rửa xói 0,5m/s; phần dưới là cát pha dạng phù sa mềm dẻo, vận tốc tới hạn không gây rửa xói 0,25 - 0,35m/s.



H.III.3. Mặt cắt ngang và biểu đồ phân bố tốc độ dòng chảy theo mặt cắt ngang sông Hồng khu vực hạ lưu cầu Phong Châu (Phú Thọ). Thời điểm đo: tháng 10/2000
 (Theo tài liệu của Sở NN&PTNT Phú Thọ, 2001)

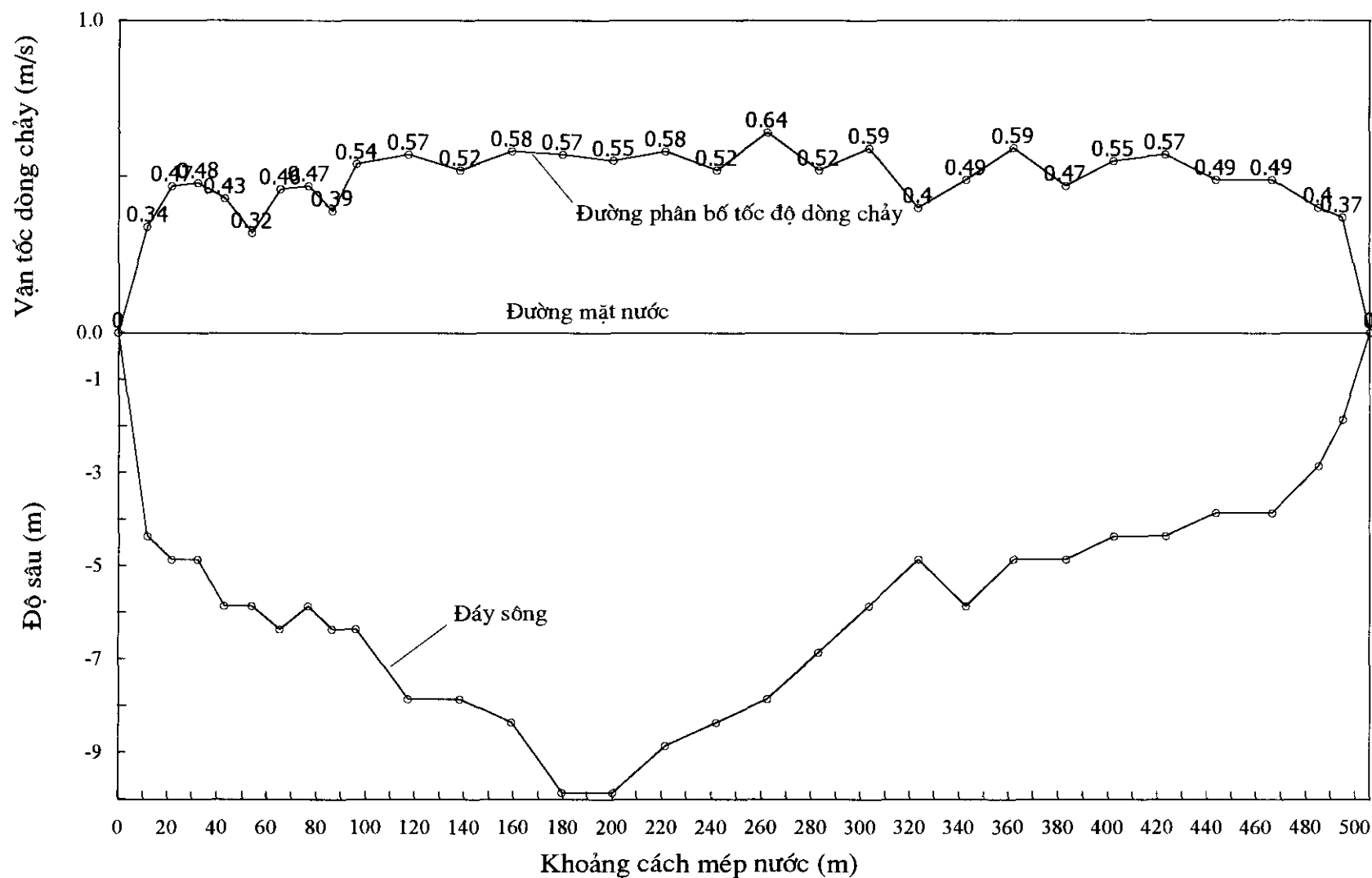
Bảng III.15. Mật cát và vận tốc dòng chảy sông Hồng tại cầu Phong Châu
 (Theo tài liệu của Sở NN&PTNT Phú Thọ, 2002,
 có bổ xung tài liệu khảo sát, đo vẽ thực địa)
 Cốt cao mặt bãi 17,20m

Tên lớp	V thực đo (m/s)			Vận tốc tới hạn (m/s)	Ghi chú
	Bờ trái	Bờ phải	Đáy		
Sét pha nâu đỏ, mềm xốp	0.45-1.26	1.24-1.29		0.5	
Phù sa mềm dẻo			1.83-2.12	0.25 - 0.35	đáy sông

Từ đặc điểm đất bờ sông và đáy sông ở bảng III.15 và vận tốc thực tế ngày 7/10/2000 có thể thấy rằng đoạn sông Thao tại mặt cắt Phong Châu tỉnh Phú Thọ bị xói lòng gần bờ phải và sạt lở mạnh bờ phải ngay trong mùa khô. Vào mùa lũ khi lưu lượng sông Thao gia tăng đột biến, vận tốc dòng chảy tăng lên gấp nhiều lần thì hiện tượng xói lòng và sạt lở bờ phải xảy ra càng mãnh liệt hơn.

Theo tài liệu các mặt cắt ĐCCT và các tính chất cơ lý đất lòng sông, bờ sông dọc sông Thao; so sánh tốc độ tới hạn không gây rửa xói với vận tốc thực tế mùa khô và vận tốc có thể có mùa mưa, có thể nói rằng hiện tượng sạt lở mãnh liệt bờ sông Thao đoạn từ Hạ Hoà đến Vĩnh Lạc trong các mùa mưa lũ là không thể tránh khỏi. Để bảo vệ bờ sông, đất đai, đề điều trên đoạn sông này, cần phải có các biện pháp xử lý, gia cố bờ cần thiết.

Tại mặt cắt Trung Hà (hạ lưu sông Đà), vận tốc dòng chảy vào mùa khô (7/10/2000) ứng với lưu lượng $1103\text{m}^3/\text{s}$ là khoảng $0,45\text{m/s}$; trong đó vận tốc lớn hơn $0,55\text{m/s}$ tập trung chủ yếu từ bờ phải ra tới giữa sông (H.III.4). Bờ sông ở đây được cấu tạo từ trên xuống bởi các lớp: sét mềm có vận tốc rửa xói tới hạn $V_{th} = 1,2\text{m/s}$; sét pha mềm xốp có $V_{th} = 0.5\text{m/s}$; cát pha dẻo chảy có



H.III.4. Mặt cắt ngang và biểu đồ phân bố tốc độ dòng chảy theo mặt cắt ngang sông Đà khu vực Trung Hà. Thời điểm đo: tháng 10/2000

(Theo tài liệu của Sở NN&PTNT Phú Thọ, 2001)

$V_{th} = 0.25 - 0.35 \text{ m/s}$; đáy là sét pha mềm và cát pha mềm có $V_{th} = 0.25 - 0.5 \text{ m/s}$.

So sánh vận tốc đo ngày 7/10/2000 với vận tốc tới hạn nêu trên có thể thấy: lòng sông tại Trung Hà bị xói lòng, bờ phải bị xói lở ngay cả vào mùa khô, khi lưu lượng sông Đà tại Trung Hà đạt $1100 \text{ m}^3/\text{s}$, mực nước $H_t = 13,58 \text{ m}$.

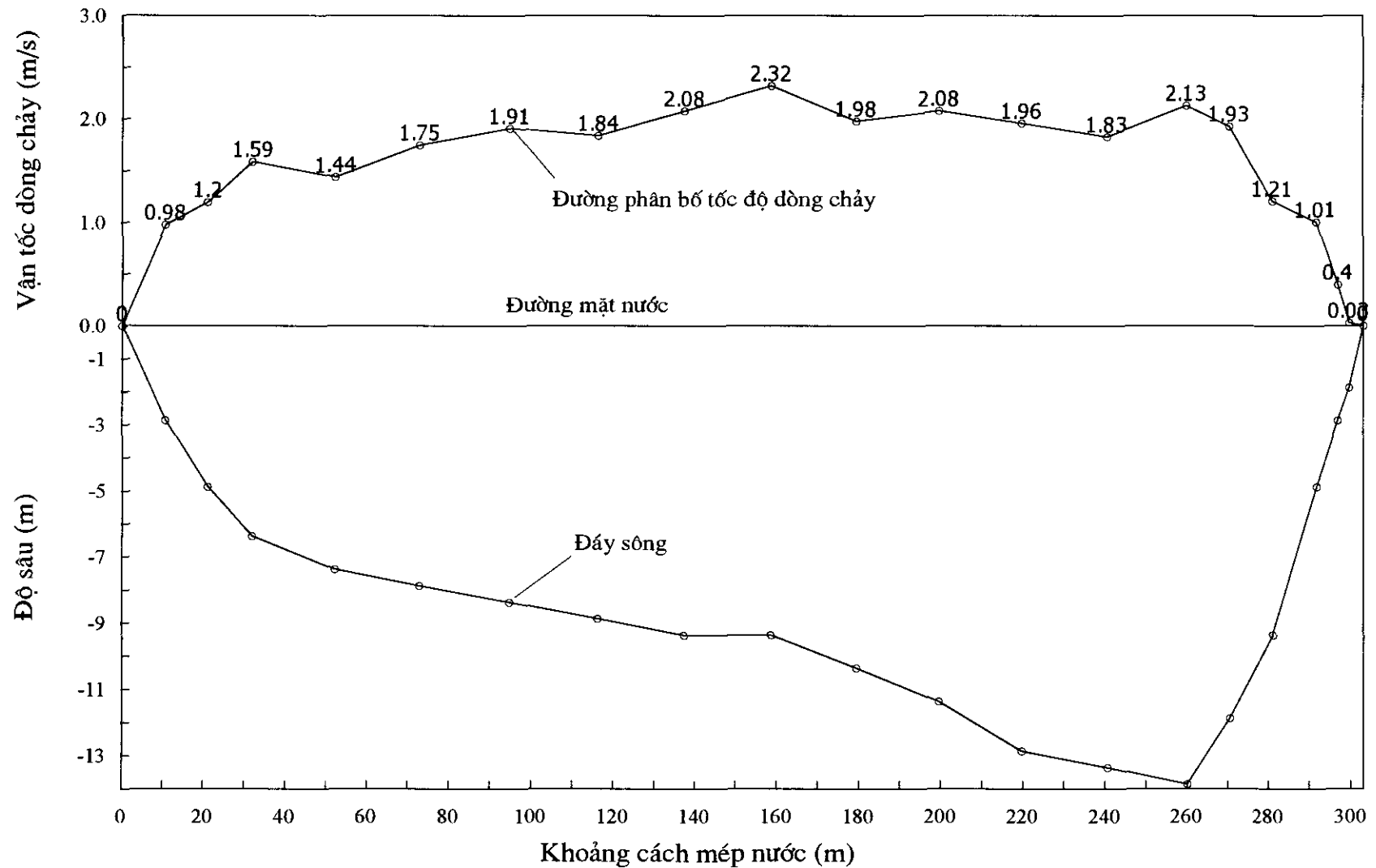
Vào mùa lũ, lưu lượng sông Đà tại Trung Hà tăng cao đột biến (cao nhất đạt $12.100 \text{ m}^3/\text{s}$, gấp trên 10 lần mùa khô), vận tốc dòng chảy chắc chắn sẽ lớn gấp nhiều lần vận tốc mùa khô, khi đó hiện tượng đào xói lòng và sạt lở bờ sông tại khu vực Trung Hà chắc chắn xảy ra mãnh liệt hơn.

Như vậy hiện tượng xói lòng và sạt lở bờ quanh khu vực Trung Hà sẽ xảy ra gần như quanh năm. Tuy nhiên vào mùa khô sạt lở nhẹ hơn, mùa lũ mãnh liệt hơn.

Ngoài ra tại vùng hạ lưu đập thủy điện Hoà Bình, sạt lở còn xảy ra khá mạnh ở vùng Hồng Đà, Tân Phượng, La Phù, Bảo Yên, Yên Mao, Tông Bạt, Minh Quang, Hợp Thành và Lương Nha bởi những vùng này không những có cùng điều kiện ĐCCT và động lực dòng chảy như Trung Hà và còn nằm trên các khúc uốn của sông.

Trên sông Lô, vận tốc dòng chảy đo được vào mùa khô (7/10/2000) tại Cảng Việt Trì (ứng với lưu lượng $Q = 4419 \text{ m}^3/\text{s}$) dao động $0,03 - 2,32 \text{ m/s}$; vận tốc lớn nhất cách bờ trái $158,6 \text{ m}$ (giữa sông) đạt $2,12 \text{ m/s}$. Vận tốc dòng chảy lớn tập trung sát bờ trái (H.III.5). Cách bờ trái $10 - 30 \text{ m}$, vận tốc dòng chảy đạt $0,98 - 1,59 \text{ m/s}$. Tham khảo mặt cắt đo sâu lòng sông và bảng 16 ta thấy:

Địa hình đáy sông không bằng phẳng, mặt cắt ngang lệch sang bờ phải. Độ sâu đáy lớn nhất $13,8 \text{ m}$ cách bờ phải 42 m .



H.III.5. Mặt cắt ngang và biểu đồ phân bố tốc độ dòng chảy theo mặt cắt ngang sông Lô khu vực cảng Việt Trì (Phú Thọ). Thời điểm đo: tháng 10/2000

(Theo tài liệu của Sở NN&PTNT Phú Thọ, 2001)

Bảng III.16. Mặt cắt và vận tốc dòng chảy sông Lô tại An Đạo (Phù Ninh, Phú Thọ)

(Theo tài liệu của Sở NN&PTNT Phú Thọ, 2002,
 có bổ xung tài liệu khảo sát, đo vẽ thực địa)

Cốt cao mặt bờ 15.65m

Tên lớp	Vận tốc thực đo (m/s)			V. tới hạn (m/s)	Ghi chú
	Bờ trái	Bờ phải	Đáy		
Sét, trạng thái bờ	0.98-1.2	0.4-1.01		0.5	bờ
Cát pha mềm bờ	1.44-1.59	1.21-1.93		0.25 - 0.35	bờ
Cát thô rời rạc	1.75-2.08	1.83-2.13		0.25 -0.6	bờ và đáy
Cát, cuội sỏi rời rạc	1.84	2.19	2.08-2.32	0.6 -1	Đáy sông

Bờ sông được hình thành bởi phần trên là sét pha màu nâu dạng bờ, vận tốc tới hạn không gây rửa xói là 0,5m/s; phần dưới là cát pha mềm bờ đến cát thô rời rạc, vận tốc tới hạn không gây rửa xói 0,25 -0,6m/s; đáy là cát thô lẫn cuội sỏi có vận tốc tới hạn 0,25 -1.0m/s.

Từ đặc điểm đất bờ sông, đáy sông và vận tốc thực tế ngày 7/10/2000 (bảng III.16) thấy rằng đoạn sông Lô tại Phù Ninh, Phú Thọ bị xói lòng gần bờ phải và sạt lở bờ phải ngay trong mùa khô. Vào mùa lũ khi lưu lượng sông Lô gia tăng đột biến, vận tốc dòng chảy tăng lên gấp nhiều lần thì hiện tượng xói lòng và sạt lở bờ phải sông xảy ra càng mãnh liệt hơn.

Như vậy có thể nói rằng tác động của động lực dòng chảy đến quá trình xói mòn, sạt lở và sụp đổ bờ sông là rất lớn. Trong khu vực nghiên cứu, hiện tượng sạt lở, sụp đổ bờ sông do tác động của động lực dòng chảy có thể xảy ra ngay cả trong cuối mùa mưa, đầu mùa khô.

III.3. Đặc điểm địa chất thủy văn

Dựa vào dạng tồn tại của nước dưới đất (NDĐ) có thể phân chia vùng ven sông trong khu vực nghiên cứu thành các đơn vị địa chất thủy văn (ĐCTV) chính như sau:

III.3.1. Các tầng chứa nước lỗ hổng

Tầng chứa nước lỗ hổng là tầng chứa nước mà trong đó NDĐ tồn tại và vận động trong các khoảng trống giữa các hạt của các thành tạo địa chất rời rạc hoặc gắn kết yếu.

Ở các tỉnh miền núi phía Bắc, các tầng chứa nước lỗ hổng phân bố thành các dải hẹp nằm phủ trên các thung lũng giữa núi hoặc chạy dọc thung lũng các sông tạo nên các bãi bồi và bậc thềm. Các thềm và bãi bồi kéo dài 500 - 2000m, rộng chừng vài trăm mét.

Thành phần đất đá gồm cuội tảng, cuội sỏi, cát, sét... nằm hỗn độn, càng lên trên hạt càng mịn. Bề dày biến đổi mạnh từ vài mét đến vài chục mét, cá biệt tại thung lũng Mường Thanh (Điện Biên) có nơi dày tới 100m.

Mức độ chứa nước biến đổi khá mạnh. Các tập hạt thô khá giàu nước, tỷ lưu lượng các lỗ khoan thường lớn hơn 0,5l/s.m; các mạch lộ có lưu lượng nhỏ hơn 0,5l/s. Mức NDĐ vào mùa khô thường 1 - 6m, mùa mưa 0,5 - 2m.

Trong khuôn khổ của đề tài, ở phần này chúng tôi mô tả đặc điểm ĐCTV vùng ven sông trong khu vực nghiên cứu.

Vùng ven sông trong khu vực nghiên cứu có 2 tầng chứa nước lỗ hổng chính :

III.3.1.1. Tầng chứa nước lỗ hổng không áp các trầm tích sông - lũ Holocen.

Tầng chứa nước này nằm lộ trên bề mặt địa hình, phân bố thành các dải hẹp, chạy dọc theo các thung lũng sông Hồng từ Văn Yên tới Tam Thanh, theo thung lũng sông Lô từ TX. Tuyên Quang đến Tp. Việt Trì, tạo nên các bãi bồi thấp, bãi bồi cao và các bậc thềm. Ngoài ra nó còn tạo thành các cồn cát giữa sông, các dải cát ven sông và cửa suối như khu vực ven sông Đà thuộc TX. Lai Châu, khu Thịnh Lang thuộc TX. Hoà Bình và vùng hạ lưu đập Hoà Bình; vùng ven sông Lô ở TX. Hà Giang, xã Đạo Đức, huyện Yên Sơn, TX. Tuyên Quang và phần Đông tỉnh Phú Thọ; vùng ven sông Gâm ở thị trấn Bảo Lạc, Pắc Miêu và Chiêm Hoá; vùng ven sông Phó Đáy ở Quảng Cự và thị trấn Sơn Dương; vùng ven sông Cầu ở TX. Bắc Kạn và huyện Phú Bình Thái Nguyên; vùng ven sông Thương ở Cầu Sơn, TX. Bắc Giang; vùng ven sông Lục Nam ở Lục Ngạn, Lục Nam, Chũ; vùng ven sông Hồng ở huyện Bảo Hà, TX. Yên Bái, huyện Trấn Yên, thị trấn Lâm Thao, huyện Tam Thanh và hợp lưu Việt Trì...

Các thềm và bãi bồi thường kéo dài từ 500m tới vài ngàn mét, rộng từ vài chục mét tới 500m, nhiều chỗ tới vài km, tại vùng hợp lưu Việt Trì có nơi rộng tới 8 - 9km.

Các bãi bồi ven sông, các cồn cát giữa sông thường cao 0,5 - 1,0m so với mặt sông; bề mặt tương đối bằng phẳng; thực vật kém phát triển. Vật liệu tích tụ là sét nâu đỏ, sét pha cát lẫn ít cuội sỏi dạng bờ rời. Dọc theo sông Lô còn có sét xám xanh, xám nâu dạng mịn dẻo.

Các thềm sông trên vùng thượng lưu có bề mặt tương đối bằng phẳng, cao 4 - 5m đến 6 - 10m so với mặt nước sông, dày 0,5 - 2m. Thành phần

chính gồm 2 lớp: lớp trên dày 0,2 - 0,5m là sét xám nâu đến nâu đỏ dạng mịn dẻo, đôi chỗ lẫn cát, bột; lớp dưới dày 0,5 - 2m là cuội, sạn, sỏi, cát xen ít sét.

Tổng bề dày tầng chứa nước ở vùng lượng lưu thường từ 2 - 4m; nhỏ nhất 1,5 - 2,0m; lớn nhất tới 7m.

Ở vùng hạ lưu (phần đông nam của khu vực nghiên cứu) bề dày tầng chứa nước khá lớn.

Vùng hạ lưu sông Đà từ huyện Tam Thanh đến huyện Thanh Thủy tỉnh Phú Thọ tầng chứa nước có bề dày 12,5 - 16,0m, được phân thành 2 lớp. Lớp trên gồm sét, sét pha màu nâu nhạt, xám đen, nâu vàng dạng mềm đến dẻo; bề dày biến đổi 6,5 - 8,0m. Lớp dưới gồm sét pha màu nâu nhạt đến xám đen, cát, cát pha màu vàng nhạt, nâu xám, dạng dẻo mềm đến dẻo chảy.

Vùng hạ lưu sông Thao từ huyện Hạ Hoà đến Tiên Cát (TP.Việt Trì) tỉnh Phú Thọ tầng chứa nước có bề dày 12,5 - 16,0m, được phân thành 2 lớp. Lớp trên gồm sét, sét pha màu nâu nhạt, xám đen, nâu vàng dạng mềm đến dẻo; bề dày biến đổi 6,5 - 8,0m. Lớp dưới gồm sét pha màu nâu nhạt đến xám đen, cát, cát pha màu vàng nhạt, nâu xám, dạng dẻo mềm đến dẻo chảy.

Vùng hạ lưu sông Lô tại xã An Đạo huyện Phù Ninh, tỉnh Phú Thọ tầng chứa nước có bề dày 8,7m, được phân thành 2 lớp. Lớp trên gồm sét, sét pha màu nâu nhạt, nâu vàng dạng mềm, dày 4,1m. Lớp dưới gồm cát, cát pha màu nâu nhạt, dạng mềm bở đến dẻo chảy, dày 4,6m.

Vùng ven sông Cầu tại xã Thuận Thành huyện Phố Yên tỉnh Thái Nguyên tầng chứa nước dày 8,5m, được phân thành 2 lớp. Lớp trên gồm sét, sét pha màu vàng nhạt, nâu vàng dạng dẻo cứng, dày 2,9m. Lớp dưới gồm cát hạt nhỏ màu vàng, xám đen dạng rời rạc, dày 5,6m. Mực NĐĐ nằm sâu 5,0m so với mặt đất.

Mức độ chứa nước của tầng chứa nước biến đổi khá mạnh, từ nghèo nước đến giàu nước trung bình. Các giếng đào ở vùng Đông Bắc có lưu lượng từ 0,07l/s đến 0,2l/s, thường gặp <0,1l/s; vùng Tây Bắc có lưu lượng từ 0,05l/s đến 0,8l/s, thường gặp 0,1 - 0,5l/s. Các tài liệu mức nước thí nghiệm tại các giếng đào ven sông của Liên đoàn ĐCTV - ĐCCT miền Bắc cho thấy: giếng đào vùng ven sông Lô có lưu lượng 0,01 - 0,23l/s; vùng ven sông Hồng 0,071 - 0,097l/s.

Nước dưới đất trong tầng chứa nước này có quan hệ thủy lực rất chặt chẽ với nước sông và phụ thuộc vào chế độ mưa khu vực. Biên độ dao động mực nước rất lớn, thường 5 - 7m. Vào mùa lũ mực nước thường nằm sát mặt đất; vào mùa khô thường nằm sâu 5 - 7m dưới mặt đất.

Nguồn cung cấp cho tầng chứa nước chủ yếu là nước mưa và nước sông. Miền thoát là mạch lộ, chảy ngầm ra các sông suối, bốc hơi, phát tán thực vật, thấm xuyên xuống các tầng dưới và nước khai thác phục vụ cho sinh hoạt.

Nước dưới đất là nước nhạt, độ tổng khoáng hoá vùng ven sông Lô biến đổi từ 0,336 đến 0,354g/l, ven sông Hồng từ 0,44 đến 0,788g/l; tổng độ cứng 6,2 - 9,97mg/l. Thành phần hoá học cơ bản là Bicarbonat-clorur calci-magie. Nước có biểu hiện của tính ăn mòn CO_2 và HCO_3^- . Nhiều nơi nước có hàm lượng sắt, mangan và tổng Coliform vượt tiêu chuẩn cho phép.

Nhìn chung đây là tầng nghèo nước đến chứa nước trung bình, bề dày tầng chứa nước mỏng, chất lượng nước không tốt, không có ý nghĩa trong khai thác tập trung công nghiệp.

III.3.1.2. Tầng chứa nước lỗ hổng áp lực yếu các trầm tích Pleistocen sớm - giữa.

Tầng chứa nước phân bố thành dải chạy dọc theo các thung lũng sông Thao, sông Lô, sông Cầu, sông Đà và sông Lục Nam...Phần lớn diện tích tầng chứa nước bị phủ bởi các trầm tích trẻ hơn. Điểm lộ của tầng chứa nước phát hiện thấy ở các huyện Văn Yên, TX. Yên Bái, Phổ Yên, Phú Bình, Lục Nam, Lục Ngạn, Hiệp Hoà, Tân Yên, Yên Thế, khu vực nhà máy Super phốt phát Lâm Thao và vùng Từ Đà, Bình Độ, Hạ Hoà, Lập Thạch, Phong Châu tỉnh Phú Thọ...

Tầng chứa nước có cấu tạo 2 lớp: lớp trên gồm các trầm tích hạt mịn đến hạt trung như sét pha, cát pha sét, cát pha bột, cát hạt mịn đến hạt trung, dày 1,4 - 6,4m thường gặp 3,5m. Lớp dưới là cát hạt thô màu vàng nhạt đến cát hạt thô lẫn nhiều cuội sỏi màu vàng nhạt, kết cấu bờ rời, phần đáy có lớp mỏng cuội sỏi sạn gắn kết yếu; lớp dưới dày 6,3 - 8,8m. Mực NĐĐ nằm sâu khoảng 3m.

Đây là tầng giàu nước. Các lỗ khoan trong lớp trên ở khu vực Bãi Bằng và Lâm Thao đều cho lưu lượng lớn hơn 5l/s, tỷ lưu lượng lớn hơn 1l/s.m. Trong 12 lỗ khoan ở lớp dưới (cát cuội sỏi gắn kết yếu) có 16,7% thuộc loại giàu nước, 58,3% thuộc loại giàu nước trung bình và 25% thuộc loại nghèo nước.

NĐĐ là nước nhạt, từ rất mềm đến hơi cứng, thành phần hoá học cơ bản là bicarbonat calci hoặc bicarbonat natri. Tại Bãi Bằng và Lâm Thao nước có hàm lượng sắt và mangan cao hơn tiêu chuẩn cho phép, đôi nơi nước còn bị nhiễm bản vi sinh.

NDD có quan hệ thủy lực chặt chẽ với nước sông. Biên độ dao động mực nước phụ thuộc vào mực nước sông và khoảng cách tới sông, thông thường biên độ mực nước dao động từ 6,52 đến 8,34m.

Nguồn cấp cho tầng chứa nước chủ yếu là nước mặt, nước mưa và nước thấm từ tầng trên. Miền thoát chủ yếu là chảy ngấm ra sông suối và nước khai thác dùng cho sinh hoạt.

Đây là tầng có khả năng khai thác nước tập trung.

III.3.2. Các tầng chứa nước khe nứt

Tầng chứa nước khe nứt là tầng chứa nước mà trong đó nước dưới đất tồn tại và vận động trong các kẽ nứt của các đới đất đá bị phong hoá, hoặc bị đập vỡ do phá huỷ kiến tạo.

Trong khu vực nghiên cứu có thể phân thành 2 loại sau:

III.3.2.1. Tầng chứa nước khe nứt - vỉa các thành tạo lục nguyên.

Các thành tạo lục nguyên phân bố rất rộng rãi ở các tỉnh miền núi phía Bắc. Đó là đất đá thuộc các địa tầng Devon, Ordovic, Silur, Ordovic - Silur, Devon - Silur, Carbon - Permi, Permi, Permi - Trias, Trias, Jura, Jura - Kreta, Kreta, Neogen.

Thành phần đất đá gồm cuội kết, cát kết, sét kết, bột kết. Nước dưới đất tồn tại và vận động trong các khe nứt của các tập đá hạt thô như cuội kết, cát kết và bị ngăn bởi các tập đá có hạt mịn hơn như sét kết, bột kết nên nước thường tồn tại dưới dạng vỉa và có áp. Mức độ chứa nước của đất đá không đều nhau, nhìn chung là nghèo đến rất nghèo, đôi nơi có mức độ trung bình. Theo các tài liệu lưu trữ thì các tầng Neogen có $q < 0,0001 \text{ l/s.m}$; các mạch lộ trong K_2yc có $Q < 0,2 \text{ l/s}$; có tới 73% các mạch lộ trong các tầng $J_3 - K, K, J$ có

lưu lượng $Q = 0,01 - 0,21/s$ và 80 - 90% mạch lộ trong T_3, T_2 (trừ T_{2a} đg) có $Q = 0,01 - 0,21/s...$ Tuy nhiên có một số trường hợp như trong Neogen ở Đồng Ho và các tập sét than ở Quảng Ninh có $q > 0,5l/sm$.

NDĐ là nước có áp, mực nước áp lực biến động rất mạnh. Ở một số vùng thấp, khi khoan gặp nước phun lên mặt đất, đôi khi mực nước cao hơn mặt đất tới 10m; tuy nhiên phần lớn mực nước nằm cách mặt đất 5 - 6m.

Miền cấp chủ yếu là nước mưa, miền thoát chủ yếu là mạch lộ.

Nước có độ tổng khoáng hoá nhỏ, thường $M < 0,5g/l$. Loại hình hoá học phổ biến là bicarbonat natri, nước có chất lượng đáp ứng tiêu chuẩn nguồn cấp nước sinh hoạt.

III.3.2.2. Tầng chứa nước khe nứt, khe nứt mạch các thành tạo biến chất và magma xâm nhập.

Các thành tạo biến chất chủ yếu là các đá xerixit, đá phiến thạch anh, đá phiến mica amfibolit, gnei, các đá vôi hoa hoá tuổi Protezozoi, phân bố chủ yếu ở Lào Cai, Yên Bái, Sơn La và Lai Châu.

Các thành tạo magma xâm nhập chủ yếu là granit phân bố ở Cao Bằng, Lào Cai, Yên Bái, Sơn La...

NDĐ tồn tại và vận động trong khe nứt phong hoá hoặc khe nứt mạch theo các đới đứt gãy kiến tạo. Nước không áp hoặc có áp lực cục bộ. Mực nước thấp hơn mặt đất và phụ thuộc vào bề mặt địa hình. Mức độ chứa nước không đều, nhìn chung là kém đến rất kém. Các mạch lộ có lưu lượng 0,01 - 1l/s, thường $Q < 0,1l/s$; mực nước dưới mặt đất 5 - 6m.

Nước thuộc loại nhạt ($M < 0,3\text{g/l}$), loại hình hoá học chủ yếu là bicarbonat - clorur hoặc clorur - bicarbonat. Chất lượng nước đáp ứng tiêu chuẩn làm nguồn cấp nước sinh hoạt.

Nguồn cung cấp nước chủ yếu là nước mưa, miền thoát chủ yếu là mạch lộ.

III.3.3. Các tầng chứa nước karst các thành tạo carbonat

Tầng chứa nước karst là tầng chứa nước mà trong đó nước dưới đất tồn tại và vận động trong các hang hốc karst của các đới đất đá bị karst hoá.

Tầng chứa nước karst rất phổ biến ở miền núi phía Bắc, chúng chiếm gần 1/3 diện tích vùng núi phía Bắc. Ở Đông Bắc chúng phổ biến ở Quảng Ninh, Lạng Sơn, Thái Nguyên, Hà Giang, Cao Bằng; ở Tây Bắc chúng phân bố thành dải rộng kéo dài từ biên giới Việt Trung ra biển, tạo thành các cao nguyên Sơn Hồ, Sơn La, Mộc Châu và phía nam Hoà Bình.

Các nghiên cứu về karst ở miền núi phía Bắc trước đây cho thấy:

Nước karst ở miền núi phía Bắc không tạo thành một hệ thống thuỷ động lực thống nhất, liên tục mà thành các dải, các đới riêng biệt. Mức độ chứa nước biến đổi rất mạnh, từ rất giàu nước đến giàu nước trung bình đôi khi nghèo nước. Lưu lượng các mạch lộ biến đổi từ 0,001l/s đến hàng trăm l/s. Nước thường là nước nhạt ($M = 0,3 - 0,6\text{g/l}$) trừ dải ven biển Quảng Ninh bị nhiễm mặn. Loại hình hoá học cơ bản là bicarbonat, độ cứng tạm thời cao, hàm lượng sắt nhỏ.

Nguồn cấp chủ yếu là nước mưa, nước mặt, nước từ các tầng lân cận chảy vào. Nước thoát chủ yếu bằng dòng chảy ngầm và các mạch lộ. Nước vận động theo các phương khác nhau và với vận tốc rất khác nhau.

Động thái nước karst biến động rất mạnh theo mùa.

III.3.4. Các thành tạo địa chất rất nghèo nước, gần như không chứa nước

Trong khu vực miền núi phía Bắc có rất nhiều tầng cách nước. Tuy nhiên vùng ven sông trong khu vực nghiên cứu chỉ có 2 tầng cách nước chính liên quan tới nội dung và nhiệm vụ nghiên cứu của đề tài.

III.3.4.1. Tầng rất nghèo nước đến cách nước các trầm tích Holocen muộn.

Tầng cách nước này phân bố thành các dải hẹp chạy dọc theo các sông suối lớn. Thành phần chính gồm sét, sét pha, dăm sạn sét ở các thung lũng suối và sét xám xanh, xám nâu, sét nâu đỏ lẫn ít cát ở ven đồng bằng sông Thao, sông Lô, sông Đà, sông Cầu, sông Lục Nam...

Bề dày tầng thường nhỏ 0,4 - 4m. Hệ số thấm 0,026 - 0,035m/ngđ.

III.3.4.2. Tầng rất nghèo nước đến cách nước các trầm tích Pleistocen sớm.

Tầng có diện tích hạn chế, phân bố dọc theo thung lũng các sông với chiều rộng 200 - 300m, dài tới hàng chục km và thường bị các trầm tích Holocen nằm phủ trên. Các điểm lộ trên bề mặt địa hình được phát hiện thấy tại khu vực Lạng Giang, Lục Ngạn, Lục Nam, Yên Dũng (Bắc Giang), Lâm Thao, Phù Ninh, TP. Việt Trì (Phú Thọ)... Thành phần chính của tầng gồm sét, sét pha ít cát màu vàng nâu, nâu đỏ loang lổ, dày 4 - 19m (ở khu vực Bãi Bằng) đến 4 - 30m (ở khu vực Lâm Thao). Lưu lượng các giếng đào biến đổi 0,003 - 0,08l/s. Hệ số thấm 0,035 - 0,044m/ngđ.

III.3.5. Vai trò của động lực dòng ngầm với xói lở bờ sông, hồ

Nước dưới đất vùng ven sông trong khu vực nghiên cứu có quan hệ thủy lực rất chặt chẽ với các dòng sông. Mực nước trên các sông lại phụ thuộc khá chặt chẽ vào chế độ mưa lũ của các vùng lưu vực. Ở hạ lưu sông Đà, mực nước sông còn phụ thuộc vào chế độ vận hành của nhà máy thủy điện và nhiệm vụ cắt lũ của hồ Hoà Bình.

Có thể phân chia tác động của động lực dòng ngầm đến sạt lở bờ sông thành 2 loại: sạt lở trong quá trình dâng mực nước ngầm và sạt lở trong quá trình hạ thấp mực nước ngầm.

a) Sạt lở do dâng mực nước ngầm

Giai đoạn mực nước ngầm dâng thường trùng với giai đoạn bắt đầu có lũ từ các vùng lưu vực đổ về các lòng sông. Đối với vùng ven các hồ thủy điện, giai đoạn này còn bao gồm cả thời gian tích nước của các hồ.

Khi có lũ, mực nước các sông hồ dâng cao, cường độ dâng mực nước thường gia tăng đột biến, có khi đạt tới vài mét trong ngày (bảng III.17).

Khi mực nước sông lên cao, mực nước ngầm trong đới ven bờ cũng dâng cao theo, do đó áp lực nước dưới đất trong các tầng chứa nước ven bờ cũng tăng lên đáng kể.

Cấu trúc địa chất thủy văn vùng ven sông hồ cho thấy, bờ sông tại những nơi được phủ bởi các trầm tích Đệ Tứ thường có hai lớp: lớp trên là sét, sét pha thấm nước yếu, lớp dưới là cát pha, cát hạt mịn, đôi khi còn có cát dẻo chảy.

Bảng III.17. Biến động mực nước cao nhất trên các sông
 (Theo số liệu của Tổng cục Khí tượng thủy văn)

Tên sông	Trạm đo	Dâng Max (m/ng)	ngày	Hạ Max (m/ng)	ngày	Biên độ Max (m)
Sông Đà	Lai Châu	6.26	25/7/98	3.08	27/7/98	22.25
	Tạ Bú	5.8	17/8/96	4.2	18/8/96	19.04
	Hoà Bình	2.42	25/6/98	1.36	19/8/98	12.9
Phó Đáy	Quảng Cư	1.27	23/7/97	0.81	30/6/97	3.0
Sông Chảy	Thác Bà	1.62	20/8/96	2.9	24/8/96	7.9
Sông Gâm	Chiêm Hoá	3.51	26/7/97	2.24	28/7/97	8.0
Sông Lô	Việt Trì	1.13	13/8/96	0.84	26/8/96	8.89
Sông Cầu	Thác Riềng	3.11	14/7/92	1.46	25/7/92	5.4
Sg Thương	Cầu Sơn	0.78	7/7/95	0.53	10/8/95	3.85
Lục Nam	Lục Nam	1.87	25/7/92	0.41	1/8/92	6.88
Sông Thao	Yên Bái	2.33	25/7/96	1.26	27/7/96	7.19
	Phú Hộ	2.13	25/7/96	1.21	27/7/96	5.94

Khi áp lực nước dưới đất tăng nhanh, lực tác động đẩy nổi vào đáy lớp sét trên tầng phủ cũng tăng theo. Nếu áp lực đẩy nổi đủ lớn, nó có thể phá vỡ kết cấu của lớp sét tầng phủ trên cùng tại những nơi mỏng nhất. Mặt khác khi mực nước dâng nhanh sẽ sinh ra một gradient thuỷ động lực thúc đẩy dòng thấm đi lên. Theo K. Terzaghi (1933), dòng thấm đi lên có thể gây phá huỷ cát với gradient:

$$I = (\gamma_k - 1)(1 - n) \quad (III.3)$$

Trong đó:

γ_k là khối lượng riêng của cát (g/cm^3).

n - độ rỗng của cát (%).

Nếu ta lấy giá trị $\gamma_k = 2,2$ (cát pha) và $n = 0,57$ (cát pha) thì $I = 0,516$. Giá trị I này hoàn toàn có thể đạt được khi mực nước tăng nhanh vài mét trong ngày (so sánh với bảng III.17).

Quá trình dâng mực nước ngầm còn làm cho các lớp sét, sét pha và cát dẻo chảy bị bão hoà nước. Khi ở trạng thái bão hoà nước, lực liên kết, lực kháng nén, lực chịu tải của các lớp ở dưới giảm mạnh, làm cho chúng không chịu nổi tải trọng của các lớp ở trên, dẫn đến hiện tượng nứt đất trên bề mặt và gây sụt lún bờ. Mặt khác, trong trạng thái bão hoà nước, các lớp sét dễ bị tan rã, các lớp cát dẻo chảy dễ dàng chuyển sang trạng thái chảy. Dưới tác động rửa xói của dòng sông, các lớp cát và sét này dễ dàng bị phá huỷ.

Khi lớp cát và sét pha dưới chân bờ bị phá huỷ, bờ bị mất điểm tựa, hệ số ổn định của bờ giảm mạnh. Kết hợp cộng hưởng giữa tác động phá huỷ bờ của dòng chảy và sự tan rã đất do bão hoà gây ra thì hiện tượng sạt lở, sụp đổ của các khối sét, sét pha ở phần trên của bờ là tất yếu và quá trình sạt lở của nhiều khối theo dây chuyền sẽ xảy ra.

b) Sạt lở do hạ thấp mực nước ngầm

Giai đoạn hạ thấp mực nước ngầm trùng với giai đoạn lũ bắt đầu hạ trên các sông. Đối với vùng ven bờ các hồ thủy điện thì đây là giai đoạn xả nước đón lũ. Đối với vùng ven các sông ở hạ lưu đập thủy điện thì đây là giai đoạn giảm lưu lượng xả nước của nhà máy thủy điện.

Mỗi khi một đợt lũ trên vùng thượng lưu kết thúc thì mực nước sông ở vùng hạ lưu thường hạ thấp rất nhanh. Tại các sông có sự điều tiết của hồ thủy điện thì khi hồ ngừng xả nước đột ngột, mực nước sông ở hạ lưu cũng giảm rất nhanh. Mực nước các hồ chứa cũng giảm rất nhanh khi các hồ xả nước đón

lũ. Vận tốc hạ thấp mực nước trung bình trên các sông thường dao động 0,2 - 0,3m/ngđ. Tuy nhiên có nhiều thời điểm, mực nước sông hồ giảm nhanh tới vài mét trong vài giờ.

Khi mực nước sông hồ hạ xuống quá nhanh (bảng III.17), mực nước ngầm trong đới đất đá ven bờ cũng hạ theo, nhưng chậm hơn rất nhiều. Sự chênh lệch mực nước giữa nước ngầm và nước sông sẽ làm nảy sinh và gia tăng mạnh mẽ gradient thuỷ lực nước ngầm ở đới ven bờ, từ đó làm cho vận tốc dòng chảy thấm từ bờ ra tăng lên nhanh chóng.

Vận tốc chảy thực của dòng thấm từ bờ chảy ra được tính bằng công thức:

$$V = \frac{k.I}{n} \text{ (m/s); } I = \frac{\Delta h}{\Delta l} \quad (III.4)$$

Trong đó:

V- vận tốc thực của dòng thấm (m/s).

k- hệ số thấm của đất đá ven bờ (m/s).

I- gradient thuỷ lực.

n- hệ số rỗng của đất đá.

Δh - độ chênh mực nước (m).

Δl - chiều dài dòng thấm (m).

Gradient thuỷ lực phụ thuộc vào độ chênh lệch áp lực và chiều dài dòng thấm. Như vậy, khi mực nước sông hạ thấp càng lớn với tốc độ hạ thấp càng nhanh thì độ chênh lệch mực nước giữa nước ngầm và nước sông càng lớn, vận tốc dòng thấm càng lớn. Tại những nơi góc dốc sườn bờ lớn, chiều dài dòng thấm nhỏ hơn, vận tốc dòng thấm sẽ lớn hơn.

Dòng thấm của nước ngầm từ đới đất đá ven bờ ra sông với vận tốc lớn có thể làm xói mòn, dịch chuyển hoặc mang theo vật liệu từ bờ vào dòng chảy của sông gây ra các hiện tượng cát trôi, cát chảy, xói ngầm, dẫn đến quá trình xói lở làm rộng chân bờ, gây ra hiện tượng sụp đổ bờ.

Theo định luật thuỷ lực học Eros thì khối lượng các hạt mà nước có thể làm dịch chuyển thay đổi tỉ lệ thuận với lũy thừa bậc 6 của tốc độ. Như vậy, nếu vận tốc nước tăng gấp đôi thì khối lượng vật liệu mà nước có thể làm dịch chuyển tăng lên 64 lần. Tuy nhiên trong thực tế người ta chứng minh được rằng nó chỉ thay đổi tỉ lệ thuận với lũy thừa bậc 4 của tốc độ. Nghĩa là nếu tốc độ tăng gấp đôi thì khối lượng vật liệu mà nước có thể làm dịch chuyển tăng gấp 16 lần.

Như vậy khi mực nước sông hạ thấp quá nhanh với giá trị hạ thấp lớn, thì giá trị gradient thuỷ lực dòng ngầm trong đới đất đá ven bờ sẽ gia tăng đột biến, vận tốc dòng thấm ra tăng rất nhanh, khối lượng vật liệu được mang dời từ các đoạn bờ được cấu tạo bằng sét pha, cát, cát pha vào dòng chảy của sông sẽ tăng nhanh gấp bội. Khi đó sẽ xảy ra hiện tượng rửa xói, cát chảy và đặc biệt là xói ngầm, làm rộng tầng đất mềm yếu dưới chân bờ và giảm khả năng chịu tải của nó. Hiện tượng lở bờ, sụp đổ bờ trong trường hợp này là không thể tránh khỏi. Đặc biệt, tại những nơi bờ cao, dốc dựng đứng thì chiều dài đường thấm (ΔL) là ngắn nhất, vận tốc dòng thấm ra lớn nhất, khối lượng vật liệu bị rửa xói lớn nhất; ở đó hiện tượng sạt lở, sụp đổ bờ xảy ra mãnh liệt nhất.

Chính vì vậy, trong thực tế ta thường thấy sạt lở và sụp đổ bờ sông xảy ra mãnh liệt nhất vào giai đoạn nước sông rút nhanh sau lũ và khi các nhà máy thuỷ điện ngừng hoặc giảm đột ngột lưu lượng xả nước. Trong thực tế tại những nơi bờ cao, dốc dựng đứng và được cấu tạo bởi các lớp đất yếu, hiện tượng sạt lở, sụp đổ bờ cũng xảy ra mãnh liệt hơn.

Khi nghiên cứu về điều kiện phát sinh xói ngầm dẫn đến sạt lở, sụp đổ bờ, năm 1957 V.X. Ixtomia đã kết luận rằng đất đá trong tầng càng không đồng nhất thì xói ngầm xuất hiện với gradient thủy động lực càng thấp. Bà đã đưa ra một đồ thị để dự báo sự phát triển xói ngầm. Theo đó xói ngầm xuất hiện khi $I = 1$ đối với lớp có $d_{60}/d_{10} \geq 2$ và với $I = 0,2$ khi $d_{60}/d_{10} \geq 40$.

Tháng 9/2002 sạt lở mạnh đã xảy ra tại phường Phương Lâm, Thị xã Hoà Bình. Sạt lở kéo dài dọc sông trên 500m, cao 7 - 8m. Sạt lở xảy ra trên vết sạt lở cũ sau khi mực nước sông Đà đột ngột hạ thấp khoảng 5m trong vài giờ. Kết cấu địa chất bờ tại khu sạt lở gồm 2 lớp: lớp trên là sét, sét bột màu nâu đến màu đen; phần dưới là đất phù sa, cát pha, cát hạt trung đến hạt thô lẫn cuội sỏi bờ rời. Cát có tỷ số $d_{60}/d_{10} \geq 2$; cuội sỏi có tỷ số $d_{60}/d_{10} \geq 30$. Sơ bộ đánh giá nguyên nhân của điểm sạt lở này như sau:

Khi mực nước sông ở trạng thái tương đối ổn định, mực nước ngầm trong đới bão hoà nước ven sông có độ cao tương đương mực nước sông. Khi mực nước sông đột ngột hạ thấp 5m trong vài giờ, mực nước ngầm trong các lớp đất đá ven bờ hạ xuống không đáng kể.

Như đã biết xói ngầm có thể xảy ra đối với cát khi gradient thủy động lực ngầm $I > 1$ và với cuội sỏi khi $I > 0,2$.

Tại khu vực sạt lở: Vùng gradient $I = 1$ có khoảng cách đến mép bờ là: $\Delta L = \Delta h : I = 5 : 1 = 5(m)$. Vùng gradient $I = 0,2$ cách mép bờ là: $\Delta L = \Delta h : I = 5 : 0,2 = 25(m)$.

Theo đồ thị "dự báo sự phát triển xói ngầm" của V.X. Ixtomia (1957) thì từ khoảng cách 5m ra đến mép bờ có khả năng xuất hiện xói ngầm trong lớp từ cát hạt trung đến cuội sỏi; vùng 5 - 25m xa mép bờ có khả năng xuất hiện xói ngầm trong lớp cuội sạn sỏi.

Trong dải cách mép bờ 5m, khi xói ngầm xảy ra, tầng cát, cát pha và cuội sỏi bị khoét rỗng làm cho lực liên kết và sức chịu tải của chúng giảm xuống nhanh chóng. Các tầng cát không chịu nổi tải trọng của các lớp sét trên mặt đã bị sụp xuống và dưới tác động cộng hưởng của hiện tượng xói lở chân bờ do động lực dòng chảy và trong thực tế hiện tượng sụp đổ bờ, lở bờ trên dải rộng đã xảy ra.

Trong dải cách mép bờ 5 - 25m, xói ngầm chỉ xảy ra đối với tầng cuội sỏi. Khi xói ngầm xảy ra, vật liệu hạt nhỏ trong tầng cuội sỏi bị cuốn trôi đã làm độ rỗng của tầng tăng lên nhanh chóng. Dưới tác động trọng lực của các tầng nằm trên, hiện tượng xấp sếp lại hạt xảy ra trong tầng cuội sỏi dẫn đến thể tích của nó bị giảm đáng kể, gây ra hiện tượng sụt và nứt đất thành vệt kéo dài trên bề mặt địa hình.

Như vậy sau khi sự cố xảy ra ta có thể thấy vết sạt khoét sâu vào bờ khoảng 5m; cách bờ từ 5 - 25m mặt đất bị lún và có nhiều vết nứt.

Qua các phân tích và tính toán trên, ta có thể khẳng định rằng: tác động của các yếu tố thủy văn và ĐCTV đến các hiện tượng xói lở bờ, sập lở bờ và trượt lở đất bờ sông, bờ hồ chứa nước là rất lớn. Nó đóng vai trò là một tác nhân quan trọng trực tiếp ảnh hưởng đến quá trình khai phá lại bờ của sông và hồ chứa nước.

III.4. Đặc điểm đất đá cấu tạo bờ sông

Như đã trình bày ở trên, các sông ở miền Bắc nước ta chảy qua rất nhiều các thành tạo địa chất khác nhau. Chúng gồm các loại đất đá có nguồn gốc và tuổi khác nhau như: các đá biến chất cổ, đá xâm nhập, các đá cacbonat, các đá trầm tích, các đá phun trào, trầm tích - phun trào, các thành tạo bở rời Đệ tứ - hiện đại. Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu về đặc tính địa chất công trình của đất đá (mức độ biến chất, độ gắn kết, cấu tạo, kiến trúc đá

và tính chất cơ lý) về tổng thể có thể phân ra các loại: đá cứng gồm các đá biến chất, các thành tạo cacbonat, các đá phun trào và trầm tích phun trào; đá nửa cứng gồm các đá lục nguyên, trầm tích chứa than; đất đá bờ rời và mềm dính gồm các thành tạo Đệ tứ và hiện đại. Một số đặc tính địa chất công trình của các loại đá trên được trình bày trong bảng III.18 và III.19.

III.4.1. Đá cứng

Được xếp vào thể loại đá cứng bao gồm các loại đá biến chất, trầm tích biến chất, đá xâm nhập, các đá carbonat, các đá phun trào và các trầm tích phun trào.

III.4.1.1. Các đá biến chất

Các đá biến chất, trầm tích biến chất phân bố rộng rãi trong khu vực nghiên cứu. Chúng là các thành tạo biến chất Proterozoi gồm chủ yếu gnei, đá phiến kết tinh; các đá Paleozoi gồm chủ yếu đá phiến, cát kết dạng quarzit (xem mô tả ở phần III.1). Các đá thường phân phiến hoặc phân lớp từ mỏng đến dày, nhiều loại có cấu tạo dạng khối. Đá gắn kết rắn chắc và rất rắn chắc. Trong các đới ảnh hưởng kiến tạo, đá bị vỡ nhàu, cà nát. Một số tính chất cơ lý của các đá biến chất được trình bày trong bảng III.18. Tốc độ dòng chảy tới hạn không gây ra rửa xói đối với loại đất đá này (theo phân loại của V.D. Lomtadze) là 4m/s.

III.4.1.2. Các thành tạo đá carbonat

Các thành tạo đá carbonat chiếm một diện tích khá lớn trong khu vực nghiên cứu. Ở Đông Bắc chúng phổ biến ở Quảng Ninh, Lạng Sơn, Thái Nguyên, Hà Giang, Cao Bằng; ở Tây Bắc chúng phân bố thành dải rộng kéo dài từ biên giới Việt Trung ra biển, tạo thành các cao nguyên Sìn Hồ, Sơn La, Mộc Châu và Hoà Bình, bao gồm đá vôi, đá dolomit, đá vôi hoa hoá... Các

thành tạo đá vôi thường phân lớp dày 0,3- 1,2m, một số nơi có cấu tạo dạng khối. Đá gắn kết rắn chắc, đặc biệt quan sát thấy hiện tượng karst phát triển mạnh trong đá vôi (xem mô tả ở phần III.1). Một số tính chất cơ lý của các đá carbonat được trình bày trong bảng III.18. Tốc độ dòng chảy tới hạn không gây ra rửa xói là 4m/s.

III.4.1.3. Các đá phun trào và trầm tích phun trào

Đá có diện phân bố rộng, chủ yếu là xpilit, bazan porfirit và tuf, riolit (xem phần III.1). Đá có cấu trúc dạng khối, gắn kết rắn chắc. Đất phong hóa của các thành tạo này thường có hệ số kiên cố thấp hơn. Một số tính chất cơ lý của các đá biến chất được trình bày trong bảng III.18. Vận tốc dòng chảy tới hạn không gây ra rửa xói đối với đất đá này là 5m/s.

III.4.1.4. Đá nửa cứng

Đá nửa cứng bao gồm các thành tạo trầm tích lục nguyên, trầm tích chứa than, phần lớn có tuổi Triat và J - K (xem mô tả ở phần III.1).

Đặc tính cơ lý của đá nửa cứng xem bảng III.18, vận tốc dòng chảy tới hạn không gây ra rửa xói đối với loại đá này là 2m/s.

Đất phong hóa từ tập hợp đá này có dạng sét chứa thành phần hạt có kích thước <0,005mm là 35,8 - 51,1%, hạt 0,05 - 0,005mm chiếm 10,2 - 31,1%. Một số tính chất cơ lý của đất phong hóa từ các đá nửa cứng xem bảng III.18. Tốc độ dòng chảy tới hạn không gây ra rửa xói là 0,5m/s.

Đề tài: "Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tài nguyên địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống"
 Đề tài nhân sự: "Nghiên cứu đánh giá tài nguyên khoáng sản ở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc"

Bảng III.18. Tổng hợp tính chất địa chất công trình của một số nhóm đá chính
 (Nguồn: Công ty Khảo sát Thiết kế Điện I- 1992)

Loại đá	Nhóm đá	Tên đá, tình trạng	Tính chất địa chất công trình											
			Dung trọng khô (g/cm ³)	Dung trọng tự nhiên (g/cm ³)	Độ lỗ hổng (%)	ĐDKN khi bão hoà nước (kg/cm ²)	ĐDKN khi khô (kg/cm ²)	Hệ số mềm hoá	Độ bền kháng kéo	Hệ số kiên cố	Hệ số ma sát trong	Góc ma sát trong	Lực kết dính (kg/cm ²)	Tốc độ dòng chảy (m/s)
Đá cứng	Đá trầm tích biến chất cổ	Đá phiến sét	2,63-2,67	2,78-2,8	4- 6	196	370-750	0,55	19- 75	4,1-4,3	0,96	-	1,5	-
		Đá cát kết	2,96	2,96-2,71	-	191	-	-	-	1,2-4,3	-	-	-	4
	Đá cacbonat	Đá vôi	2,68-2,84	2,78-2,88	2,0-4,9	630-1300	634-1330	0,93-0,98	-	6,8-8,3	1,1	47	2,25	4
	Đá phun trào và trầm tích phun trào	Đá nguyên vẹn	2,5-2,8	2,82-2,92	2- 4	850-870	930-1050	0,9-0,95	-	12- 17	-	-	-	-
		Phong hoá	2,5-2,8	2,83-2,87	3- 17	614	703	0,88	-	4- 12	-	-	-	5
Đá nửa cứng	Các trầm tích lục nguyên, trầm tích chứa than	Nguyên vẹn	-	-	-	-	-	-	150-500	-	0,96	43	1,5	2
		Phong hoá	1,42-1,6	1,16-1,48	47- 58	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5

Đề tài: "Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống"
 Đề tài nhánh: "Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc"

Bảng III.19. Bảng tổng hợp chỉ tiêu cơ lý của một số nhóm đất đá bờ rời, mềm dính
 (Nguồn: Công ty Khảo sát Thiết kế Điện I- 1992)

Loại đá	Nhóm đá	Tên đất	Thành phần hạt (mm)				Dung trọng (g/cm ³)		Tỷ trọng	d ₆₀ d ₁₀	Độ ẩm thiên nhiên (%)	Độ rỗng, %	Hệ số bão hoà	Giới hạn chảy	Giới hạn dẻo	Chỉ số dẻo	Độ sệt	Cường độ kháng cắt		Hệ số nén lún (cm ² /kg)	Tốc độ dòng chảy tới hạn không gây rửa xói (m/s)
			>2	2-0,5	0,5-0,005	<0,005	Thiên nhiên	Khô										Góc ma sát (độ)	Lực dính (kg/cm ²)		
Đá nửa cứng	Các trầm tích lục nguyên, trầm tích chứa than	Phong hoá	-	-	10,2	35,8	1,42	1,16	2,72	-	28	47	0,76	43	26	-	0,33	11	0,1	0,01	0,5
			-	-	31,1	51,1	1,6	1,48	2,84	-	39	58	0,94	60	39	-	0,49	16	0,4	0,08	-
Đất đá bờ rời và mềm dính	Các trầm tích aluvi	Cát	1 - 15	3 - 18	58 - 87	5 - 10	1,55 - 1,69	1,27 - 1,4	2,66 - 2,69	2- 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2- 0,25
	Các trầm tích eluvi-deluvi	Á sét	0 - 19,8	26,7 - 46,5	12,0 - 43,8	16,5 - 39,0	1,65 - 1,99	1,26 - 1,64	2,70 - 2,76	-	18- 31	39- 54	0,66 - 0,88	31- 39	19,2 - 25,1	12- 16	0,22 - 0,36	16- 17	0,1- 0,14	0,01- 0,06	0,25- 0,5

III.4.1.5. Đất đá bờ rời và mềm dính

Đất đá bờ rời và mềm dính vùng ven sông trong khu vực nghiên cứu gồm sét, sét pha, cát pha và cát hạt mịn đến hạt trung, đôi khi có cát hạt thô lẫn cuội sỏi sạn trong các trầm tích Holocen và Pleistocen. Chỉ tiêu cơ lý của một số nhóm đất đá bờ rời và mềm dính được trình bày trong bảng III.19.

a) Các trầm tích Holocen

Các trầm tích này nằm lộ trên bề mặt địa hình, phân bố thành các dải hẹp, chạy dọc theo các thung lũng sông Hồng từ Văn Yên tới Tam Thanh, theo thung lũng sông Lô từ TX. Tuyên Quang đến Tp. Việt Trì, tạo nên các bãi bồi thấp, bãi bồi cao và các bậc thềm bên bờ sông. Ngoài ra nó còn tạo thành các cồn cát giữa sông, các dải cát ven sông và cửa suối như khu vực ven sông Đà thuộc TX. Lai Châu, khu Thịnh Lang thuộc TX. Hoà Bình và vùng hạ lưu đập Hoà Bình; vùng ven sông Lô ở TX. Hà Giang, xã Đạo Đức, huyện Yên Sơn, TX. Tuyên Quang và phần Đông tỉnh Phú Thọ; vùng ven sông Gâm ở thị trấn Bảo Lạc, Pắc Miêu và Chiêm Hoá; vùng ven sông Phó Đáy ở Quảng Cư và thị trấn Sơn Dương; vùng ven sông Cầu ở TX. Bắc Kạn và xã Phương Độ Thái Nguyên; vùng ven sông Thương ở Cầu Sơn, TX. Bắc Giang; Vùng Ven sông Lục Nam ở Lục Ngạn, Lục Nam, Chũ; vùng ven sông Hồng ở huyện Bảo Hà, TX. Yên Bái, huyện Trấn Yên, thị trấn Lâm Thao, huyện Tam Thanh và hợp lưu Việt Trì...

Các thềm và bãi bồi thường kéo dài từ 500m tới vài ngàn mét, rộng từ vài chục mét tới 500m, nhiều chỗ tới vài kilomet; tại vùng hợp lưu Việt Trì có nơi rộng tới 8 - 9km.

Các bãi bồi ven sông, các cồn cát giữa sông thường cao 0,5 - 1,0m so với mặt sông; bề mặt tương đối bằng phẳng. Vật liệu tích tụ là sét nâu đỏ, sét

pha cát lẫn ít cuội sỏi dạng bờ rời. Dọc theo sông Lô còn có sét xám xanh, xám nâu dạng mịn dẻo.

Các thềm sông có bề mặt tương đối bằng phẳng, cao 4 - 5m và 6 - 10m so với mặt nước sông. Các trầm tích bờ rời tạo thềm sông ở vùng thượng lưu dày 0,5 - 2m, vùng hạ lưu dày 12 - 16m. Thành phần chính của chúng gồm 2 lớp: lớp trên gồm sét xám nâu đến nâu đỏ dạng mịn dẻo, đôi chỗ lẫn cát, bột; lớp dưới gồm cát hạt mịn, cát xen ít sét đôi khi lẫn cuội, sạn, sỏi.

Sét, sét pha lớp trên cùng có thành phần hạt nhỏ hơn 0,005mm chiếm 16,5 - 39,0%; loại hạt 0,05 - 0,005mm chiếm 12,0 - 43,8%; loại hạt 2 - 0,05 chiếm 26,7 - 46,5%; độ ẩm tự nhiên 28,6 - 30,1%; dung trọng tự nhiên 1,69 - 1,74g/cm³; dung trọng khô 1,41 - 1,44g/cm³; tỉ trọng 2,7 - 2,96; độ rỗng 82,7 - 86,3%; hệ số rỗng 0,684 - 0,763; độ bão hoà 79,85 - 87,29; giới hạn chảy 31,7 - 33,2; giới hạn dẻo 23,4 - 25,7; chỉ số dẻo 12,7 - 18,2; độ sệt 0,376 - 0,482; góc ma sát trong 16,18°; lực kết dính đơn vị 0,124kg/cm²; hệ số nén lún 0,021 - 0,034cm²/kg, hệ số thấm 0,044m/ngđ. Vận tốc dòng chảy tới hạn không gây rửa xói là 0,25 - 0,5m/s.

Cát, cát pha lớp dưới có thành phần hạt loại nhỏ hơn 0,1mm chiếm 2-7%; loại hạt 0,25 - 0,1mm chiếm 21 - 53%; loại hạt 0,5 - 0,25mm chiếm 37 - 44%; dung trọng tự nhiên 1,72 - 1,8g/cm³, dung trọng khô 1,42 - 1,44g/cm³; tỉ trọng 2,69 - 2,71; vận tốc dòng chảy tới hạn không gây ra rửa xói đối với cát là 0,2 - 0,25m/s.

Các trầm tích này là các vật liệu chính tạo nên bờ sông vùng hạ lưu và bị tác động phá huỷ mạnh của các quá trình xói mòn, sạt lở bờ sông. Một số chỉ tiêu cơ lý của một số loại đất chính dải ngoài đê sông Hồng được thể hiện trên bảng III.20.

Để tài: “Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống”
 Để tài nhánh: “Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc”

Bảng III.20. Các chỉ tiêu cơ lý cơ bản của một số loại đất ngoài đê sông Hồng
 (Tổng hợp từ tài liệu nghiên cứu của tác giả và các tài liệu của Sở NN&PTNT Phú Thọ)

Nhóm đất	Dung trọng γ (g/cm ³)	Lực đính kết C (Kg/cm ²)	Góc ma sát trong ϕ (độ)
Đất sét			
Đất sét nhẹ; trạng thái mềm dẻo	1,82	0,21	16° 57
Đất sét nhẹ màu nâu; trạng thái mềm dẻo	1,72	0,15	16° 18
Đất sét vừa màu nâu xám, trạng thái mềm	1,87	0,125	13° 45
Đất sét nặng màu nâu nhạt, xám đen, vàng, xanh, trạng thái chặt vừa đến dẻo	1,82	0,17	12° 37
Đất sét nặng màu nâu, trạng thái chặt vừa, dẻo	1,78	0,22	16° 18
Đất sét thịt nhẹ màu nâu, trạng thái mềm dẻo	1,81	0,16	11° 47
Đất sét pha			
Đất sét pha màu vàng nhạt, nâu xám, trạng thái mềm, xốp	1,82	0,195	10° 30
Đất sét pha màu xám nâu, xám tro nhạt, trạng thái chặt dẻo, chặt vừa	1,81	0,18	7° 20
Đất thịt			
Đất thịt nhẹ màu nâu, trạng thái mềm dẻo	1,86	0,19	15° 43
Đất thịt nhẹ màu nâu xám, nâu đỏ, trạng thái mềm, xốp	1,75	0,175	14° 20
Đất thịt pha màu nâu, trạng thái mềm dẻo	1,69	0,197	16° 18
Đất cát pha			
Đất cát pha màu nâu, trạng thái dẻo, chảy	1,74	0,124	16° 18
Đất cát pha màu xám đen, trạng thái bờ rời	1,84	0,14	8° 48
Đất cát pha màu vàng nhạt, nâu xám, trạng thái chảy dẻo, mềm	1,81	0,181	9° 30
Đất phù sa màu xám đen, xám xanh, trạng thái dẻo	1,75	0,176	14° 20

b) Các trầm tích Pleistocen

Các trầm tích Pleistocen phân bố thành dải chạy dọc theo các thung lũng sông Hồng, sông Thao, sông Lô, sông Cầu, sông Đà và sông Lục Nam...Phần lớn diện tích tầng chứa nước bị phủ bởi các trầm tích trẻ hơn. Thành phần bờ rời và mền dính trong các trầm tích Pleistocen gồm 2 thể loại:

- Sét, sét pha ít cát màu vàng nâu, nâu đỏ loang lổ, dày từ 4 - 19m (ở khu vực Bãi Bằng) đến 4 - 30m (ở khu vực Lâm Thao) thuộc các trầm tích Pleistocen muộn phân bố dọc theo thung lũng các sông với chiều rộng 200 - 300m, dài tới hàng chục km và bị các trầm tích Holocen nằm phủ trên. Các điểm lộ trên bề mặt địa hình được phát hiện thấy tại khu vực Lạng Giang, Lục Ngạn, Lục Nam, Yên Dũng, Quế Võ, Vĩnh Tường, Lập Thạch, Mê Linh, Sóc Sơn...

- Cát hạt mịn đến hạt trung, dày 1,4 - 6,4m (thường gặp 3,5m) và cát hạt thô màu vàng nhạt đến cát hạt thô lẫn nhiều cuội sỏi màu vàng nhạt, kết cấu bờ rời, phần đáy có lớp mỏng cuội sỏi sạn gắn kết yếu, dày 6,3 - 8,8m, bị phủ bởi các trầm tích trẻ hơn. Các điểm lộ trên bề mặt địa hình phát hiện thấy ở các huyện Văn Yên, TX. Yên Bái, Phổ Yên, Phú Bình, Lục Nam, Lục Ngạn, Hiệp Hoà, Tân Yên, Yên Thế, khu vực nhà máy Super phốt phát Lâm Thao và vùng Từ Đà, Bình Độ, Hạ Hoà, Lập Thạch, Phong Châu tỉnh Phú Thọ...

Sét, sét pha có thành phần hạt nhỏ hơn 0,005mm chiếm 16,5 - 39,0%; hạt 0,05 - 0,005mm chiếm 12,0 - 43,8%; hạt 2 - 0,05 chiếm 26,7 - 46,5%; độ ẩm tự nhiên là 18 - 31%; dung trọng tự nhiên 1,65 - 1,99g/cm³; dung trọng khô 1,26 - 1,64g/cm³; tỉ trọng 2,7 - 2,76; độ lỗ rỗng 39 - 54%; hệ số bão hoà 0,66 - 0,88; giới hạn chảy 31 - 39; giới hạn dẻo 19,2 - 25,1; chỉ số dẻo 12 - 16; độ sệt 0,22 - 0,36; góc ma sát trong 16 - 17°; lực kết dính đơn vị 0,1 -

0,14kg/cm²; hệ số nén lún 0,01 - 0,06cm²/kg. Vận tốc dòng chảy tới hạn không gây rửa xói là 0,25 - 0,5m/s.

Cát có thành phần hạt loại nhỏ hơn 0,1mm chiếm 2 - 7%; loại hạt 0,25 - 0,1mm chiếm 21 - 53%; loại hạt 0,5 - 0,25mm chiếm 37 - 44%; dung trọng tự nhiên 1,72 - 1,8g/cm³, dung trọng khô 1,42 - 1,44g/cm³; tỉ trọng 2,69 - 2,71; vận tốc dòng chảy tới hạn không gây ra rửa xói đối với cát là 0,2 - 0,25m/s.

Cần lưu ý rằng, phần lớn bờ sông ở khu vực hạ lưu đều được cấu tạo từ các đất đá bờ rời, rất dễ bị xói lở.

III.5. Hoạt động của con người

Thiên nhiên là môi trường sống của con người đồng thời lại là đối tượng khai thác nhằm phục vụ cho chính cuộc sống của con người. Mọi hoạt động của con người đều tác động đến môi trường xung quanh, trong đó, rất tiếc, phần lớn lại theo hướng xấu. Đặc biệt, trong thời đại công nghiệp, với các thành tựu của khoa học và kỹ thuật việc khai thác thiên nhiên của con người càng đem lại những hiệu quả to lớn, nhưng tác động của nó đến môi trường càng nhiều, hậu quả càng nặng nề hơn.

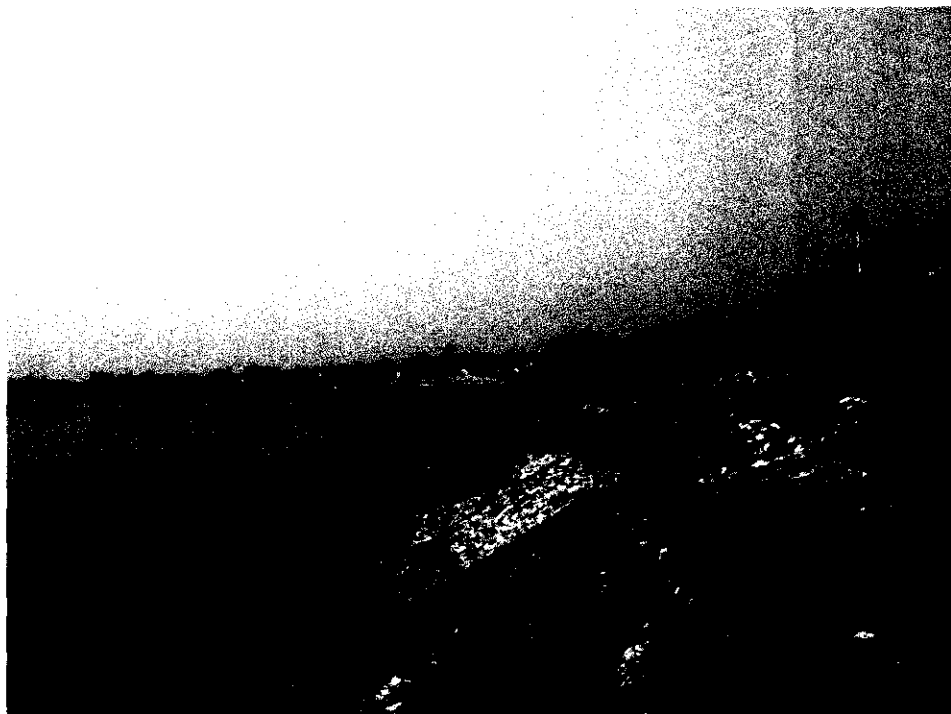
Có thể nêu ra một số tác động của các hoạt động của con người đến các hiện tượng xói lở bờ sông như sau:

1. Hệ thống đê, kè

Hệ thống đê ngăn lũ ở miền Bắc nước ta được hình thành từ thời nhà Lý (thế kỷ thứ XI) và không ngừng được mở rộng, củng cố qua nhiều thế hệ đã trở thành những tuyến đê vững chắc. Hệ thống đê đã mang lại hiệu quả kinh tế to lớn, nó bảo vệ các vùng rộng lớn dân cư và đất canh tác dọc sông khỏi sự



H.III.6. Kè lát mái tại Vũ Ằn (Hạ Hòa, Phú Thọ)
Ảnh: Phạm Tích Xuân



H.III.7. Kè lát mái tại khu vực Tân Đức – Minh Nông
(Việt Trì, Phú Thọ) ảnh: Phạm Tích Xuân

tàn phá của lũ, lụt. Tuy nhiên hệ thống đê vững chắc lại hạn chế dòng chảy tự nhiên, biến chúng thành các dòng chảy cưỡng bức, phá vỡ cân bằng tự nhiên của nó. Điều đó đã dẫn đến những biến động dòng chảy bất thường gây xói lở bờ sông, đến lượt mình chính hệ thống đê điều lại bị đe dọa nghiêm trọng ở nhiều nơi. Một số giải pháp kỹ thuật đã được áp dụng để chống xói lở, trong đó phổ biến nhất là kè. Chỉ tính riêng dọc sông Hồng thuộc địa phận tỉnh Phú Thọ đã có tới 14 kè với tổng chiều dài trên 10.000m (H.III.6,7). Mặt tích cực của kè là nó có thể chống xói lở nhưng lại làm cho dòng chảy sông buộc phải đổi hướng, nhất là các kè mở hàn lái dòng, dẫn đến xói lở ở phía bờ đối diện. Tác dụng hai mặt của kè có thể quan sát được ở các điểm xói lở Tân Đức - Minh Nông (H.III.8). Tại điểm Tân Đức - Minh Nông trong giai đoạn trước 1987 do có sự đổi dòng của sông Hồng ở đoạn hợp lưu Thao - Đà nên phía bờ phải thuộc địa phận các xã Cổ Đô bị xói lở rất mạnh, có nơi vào sát đê ngăn lũ. Để bảo vệ đê người ta đã tiến hành kè mái trên một đoạn bờ sông dài hơn 3 km, thậm chí còn có cả kè mở hàn ở khu vực xã Cổ Đô. Kết quả là dòng chảy sông bị đổi hướng chảy thẳng sang phía bờ trái thuộc địa phận Tân Đức - Minh Nông và gây xói lở bờ nghiêm trọng như đã mô tả ở trên (xem chương II).

2. Điều tiết của các hồ thủy điện Hoà Bình và Thác Bà

Các hồ thủy điện Hoà Bình và Thác Bà có tác dụng tích cực trong điều tiết nước, cắt lũ cho hệ thống sông Hồng. Tuy nhiên việc điều tiết ấy lại có những ảnh hưởng tiêu cực tới vùng hạ lưu, đặc biệt là thủy điện Hoà Bình. Sự điều tiết nước ngày - đêm hoặc việc xả lũ đã gây nên những thay đổi mực nước sông rất nhanh và rất thường xuyên. Chính sự dao động lớn mực nước sông đã thúc đẩy quá trình xói lở bờ sông, như đã phân tích ở trên. Hơn thế sự điều tiết nước của hồ Hoà Bình đã làm thay đổi chế độ thủy văn của hạ lưu, rõ nhất là khu vực hợp lưu Thao - Đà. Tại khu vực này, do sông Đà bị ngăn bởi

đập thủy điện và bị điều tiết theo mục tiêu phát điện và cắt lũ nên mực nước thường xuyên thấp hơn mức bình thường. Do đó dòng chảy sông Thao đã trở nên vượt trội và chuyển hướng chảy thẳng sang phía bờ phải của khu vực hợp lưu gây xói lở mạnh ở khu vực Phong Vân, Cổ Đô, như đã trình bày ở trên.

3. Khai thác khoáng sản và vật liệu xây dựng

Các hoạt động khai thác cát, sỏi và vật liệu xây dựng đã diễn ra ở nhiều nơi. Đáng chú ý là dọc sông Lô, sông Chảy việc khai thác cát sỏi diễn ra rất nhộn nhịp, hàng ngày vẫn có hàng trăm tàu, thuyền các loại hút cát, khai thác sỏi (H.III.9,10). Tình trạng khai thác cát sỏi bừa bãi trong nhiều trường hợp đã làm thay đổi dòng chảy sông dẫn đến xói lở bờ.

Trên một số sông hoạt động khai thác vàng sa khoáng cũng đã từng diễn ra rất mạnh mẽ. Trên sông Lô thuộc địa phận tỉnh Hà Giang, vào thời kỳ cao điểm (1994) có tới trên 100 tàu khai thác vàng sa khoáng hoạt động. Trên sông Gâm, vào những năm 1997 - 1998 cũng đã có tới trên 200 tàu khai thác vàng hoạt động. Để khai thác vàng sa khoáng ở lòng sông, người ta dùng tàu cuốc hút cát sỏi lên rồi đưa qua máng đãi. Vật liệu phi quặng được thải ra ngay trong lòng sông, nhiều khi tạo thành những ụ, đống lớn ngay giữa sông gây nghẽn dòng chảy, làm thay đổi dòng chảy tự nhiên dẫn đến xói lở bờ. Điển hình là điểm xói lở bờ sông ở xã Đạo Đức (Vị Xuyên, Hà Giang). Tại điểm xói lở này, theo lời thuật của anh Hồng (người có nhà bị lở) thì trước kia dòng chảy của sông cách bờ hiện nay khoảng gần 100m. Trong những năm 1994 - 1995 đã có rất nhiều tàu khai thác vàng ở đây. Cát sỏi thải ra khi đãi vàng đã tạo thành một bãi bồi nhân tạo ở phía bờ trái làm đổi hướng dòng chảy áp sát sang bờ phải gây xói lở bờ. Hiện tượng xói lở càng trở nên mạnh mẽ khi mùa lũ về, nước chảy xiết, cho đến nay vẫn còn tiếp tục lở (xem mô tả ở phần trên).



H.III.9. Khai thác cát trên sông Lô ở khu vực Phù Ninh (Phú Thọ)
Ảnh: Phạm Tích Xuân



H.III.10. Khai thác cát trên sông Cầu ở khu vực Hiệp Hòa (Bắc Giang)
Ảnh: Phạm Tích Xuân

Đề tài: "Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống"
Đề tài nhánh: "Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc"



H.III.11. Lò gạch thủ công trên bờ sông Thương ở Bắc Giang
Ảnh: Phạm Tích Xuân



H.III.12. Bờ sông Cầu ở khu vực Phương Độ (Phú Bình, Thái Nguyên) bị tàn phá nghiêm trọng do khai thác đất làm gạch ngói Ảnh: Phạm Tích Xuân



H.III.13. Một góc của khu dân cư lấn chiếm lòng sông Thao mới bị giải tỏa ở TP. Yên Bái. Ảnh: Phạm Tích Xuân

Các hoạt động khai thác đất làm gạch ngói dọc bờ sông cũng rất phổ biến ở nhiều nơi, đặc biệt là dọc sông Thương, sông Cầu và sông Lục Nam. Có nơi, trên một đoạn bờ sông chỉ dài khoảng dưới 1km mà đã có tới hàng trăm lò gạch thủ công hoạt động (H.III.11). Bờ sông, ở nhiều nơi, vì thế bị tàn phá một cách nghiêm trọng rất dễ bị xói lở khi có lũ (H.III.12).

Ngoài các hoạt động trên, cũng cần phải kể đến tình trạng lấn sông làm nhà ở, đổ vật liệu phế thải ra sông cũng đã từng diễn ra ở một số nơi làm hạn chế dòng chảy và thậm chí còn làm thay đổi hướng dòng chảy (H.III.13). Việc xây dựng các mố, trụ cầu lớn cũng có thể góp phần làm thay đổi dòng chảy của sông, làm cho tình trạng xói lở bờ sông thêm phức tạp.

Có thể nói rằng, các hoạt động của con người đã gây những tác động không nhỏ đến hiện tượng xói lở bờ sông. Đặc biệt khi các hoạt động này không được tính toán kỹ lưỡng có cơ sở khoa học và không được quản lý chặt chẽ.

III.6. Một số nguyên nhân chính gây sạt lở khu vực mép nước lòng hồ Hòa Bình

Có thể thấy các tác nhân chính gây trượt lở ở khu vực mép nước lòng hồ Hòa Bình như sau:

1. Đặc điểm đất đá cấu tạo bờ
2. Đặc điểm Thủy văn, địa chất thủy văn
3. Độ dốc sườn
4. Đặc điểm phá hủy kiến tạo

Dưới đây sẽ phân tích chi tiết từng tác nhân gây trượt lở.

III.6.1. Đặc điểm đất đá cấu tạo bờ

Những đặc điểm quan trọng nhất của đất đá cấu tạo bờ liên quan với khả năng trượt lở gồm đặc tính địa chất công trình và mức độ phong hóa của chúng.

III.6.1.1. Đặc tính địa chất công trình của các đất đá cấu tạo bờ

Các thành tạo địa chất lộ dọc ven hồ Hòa Bình rất đa dạng, có nguồn gốc và tuổi khác nhau gồm: các đá trầm tích biến chất cổ, các đá cacbonat, các đá trầm tích, các đá phun trào, trầm tích- phun trào, trầm tích chứa than và các thành tạo Đệ tứ - hiện đại (H.III.14). Theo cách phân nhóm dựa vào các đặc tính địa chất công trình nêu ở phần trên, chúng được chia thành các nhóm: đá cứng, đá nửa cứng, đất đá bờ rời và mềm dính. Một số chỉ tiêu cơ lý cơ bản của một số loại đất đá cấu tạo bờ hồ Hòa Bình được trình bày trong các bảng III.21, III.22.

a) Đá cứng

Nhóm đá cứng ở đây bao gồm các đá biến chất cổ, đá cacbonat, đá phun trào và trầm tích phun trào.

Các đá trầm tích biến chất cổ phân bố rộng rãi dọc khu vực ven hồ Hoà Bình. Đó là các loại đá: quaczit, phiến kết tinh, gonalit, phiến sét, cát kết, bột kết xen kẹp các lớp sét vôi, phiến silic thuộc các hệ tầng Bến Ké ($E_2 - O_1$ bk), Bó Hiềng ($S_2 - D_1$ bh), Bản Nguồn (D_1 bn), Tạ Khoa (D_{1-2} tk) và Tốc Tát (D_3 tt). Đá phân lớp từ mỏng đến dày. Nhiều loại có cấu tạo dạng khối. Đá gắn kết rắn chắc và rất rắn chắc, nhiều chỗ bị nứt nẻ. Trong các đới ảnh hưởng kiến tạo cổ, đá bị vò nhàu, cà nát. Tốc độ dòng chảy tới hạn không gây ra rửa xói đối với loại đất đá này (theo phân loại của V.D. Lomtadze) là 4m/s.

Đề tài: “Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống”
 Đề tài nhánh: “Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc”

Bảng III.21. Bảng tổng hợp các chỉ tiêu cơ lý của một số loại đá vùng hồ Hoà Bình
 (Nguồn: Công ty Khảo sát Thiết kế Điện I- 1992)

Nhóm đá		Tên đá	Tình trạng của đá	Dung trọng khô (g/cm^3)	Dung trọng (g/cm^3)	Độ rỗng (%)	Cường độ kháng nén tạm thời		Hệ số mềm hoá	Độ bền kéo đứt mẫu khô	Hệ số kiên cố của đá	
Trầm tích			Sét kết	Nguyên vẹn	2,70- 2,73	2,79- 2,80	2,9- 3,3	315- 405	402	0,76	47	7,3- 10,5
				Phong hoá	2,63- 2,75	2,75- 2,79	2,5- 3,7	-	-	-	-	2,3- 5,3
			Đá phiến sét	Nguyên vẹn	2,63- 2,67	2,78- 2,80	4- 6	196	370- 750	0,53	19- 75	4,1- 4,3
			Cát kết	Nguyên vẹn	2,69	2,69- 2,71	-	191	-	-	-	1,2- 4,3
			Đá vôi	Nguyên vẹn	2,68- 2,84	2,78- 2,88	2- 4,9	-	634- 1330	0,93- 0,98	41- 56	6,8- 8,3
Magma	Phun trào	Diabaz, bazan, porfirit, spilit	Nguyên vẹn	2,80- 2,87	2,82- 2,93	2- 4	850- 870	950- 1050	0,9- 0,95	90- 100	12- 17	
		Dăm kết dung nham, bazan porfirit	Phong hoá	2,50- 2,80	2,83- 2,87	3- 17	614	703	0,88	100	4- 12	
	Xâm nhập	Gabro và các đá tương tự	Nguyên vẹn	2,78- 2,88	2,83- 2,95	1,5- 3	710- 800	730- 1100	0,77- 0,98	75- 100	9- 21	
			Phong hoá	2,6- 2,77	2,73- 2,82	3-8	315- 600	330- 650	0,7- 0,9	40- 100	4- 7	

Đề tài: “Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống”
 Đề tài nhánh: “Nghiên cứu đánh giá tai biến sạt lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc”

Bảng III.22. Bảng tổng hợp các chỉ tiêu cơ lý của đất rời đất dính vùng hồ Hoà Bình
 (Nguồn: Công ty Khảo sát Thiết kế Điện I- 1992)

Tên đất	Thành phần hạt (mm)				Dung trọng (g/cm ³)		Tỷ trọng	d ₆₀	Độ ẩm thiên nhiên	Độ rỗng, %	Hệ số bão hoà	Giới hạn chảy	Giới hạn dẻo	Chỉ số dẻo	Độ sét	Cường độ kháng cắt		Hệ số nén lún (cm ² /kg)	H.lượng muối (%)	H.lượng hữu cơ
	>2	2-0,5	0,5-0,005	<0,005	Thiên nhiên	Khô		d ₁₀								Góc ma sát	Lực dính			
Cát	1-15	3-18	58-87	5-10	1,55-1,69	1,27-1,4	2,66-2,69	2-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuội sỏi	40-72	6-12	25-30	0-5	1,7-1,96	1,39-1,59	2,68-2,72	30-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sét	0,5-16,1	17,4-36	10,2-31,1	35,8-52,1	1,60-1,42	1,16-1,48	2,72-2,84	-	28-39	47-58	0,76-0,94	43-60	26-39	-	0,33-0,49	11-16	0,1-0,4	0,01-0,08	0,01-0,16	0,21
Á sét	0-19,8	26,7-46,5	12,0-43,8	16,5-39,0	1,65-1,99	1,26-1,64	2,70-2,76	-	18-31	39-54	0,66-0,88	31-39	19,2-25,1	12-16	0,22-0,36	16-17	0,1-0,14	0,01-0,06	0,03-0,14	0-4

Các đá cacbonat bao gồm đá vôi, dolomit, đá hoa phân bố tập trung từ khu vực Suối Nánh về đến đập. Chúng thuộc các hệ tầng Sinh Quyền ($PR_1 sq$), Sinh Vinh ($O_3 - S_1 sv$), Bản Páp ($D_2 bp$), Đá mài ($C dm$), Đồng Giao ($T_2 đg$). Các thành tạo đá vôi thường phân lớp trung bình đến dày từ 0,3- 0,5m đến 1,2m, một số nơi có cấu tạo dạng khối. Đá gắn kết rắn chắc, bị nứt nẻ, đặc biệt quan sát thấy hiện tượng karst phát triển mạnh trong đá vôi hệ tầng Đồng Giao ($T_2 đg$) ở khu vực Suối Rút - Chợ Bờ. Tốc độ dòng chảy tới hạn không gây ra rửa xói là 4m/s.

Các đá phun trào và trầm tích phun trào có diện phân bố rộng nằm kẹp giữa hai đứt gãy chính Sông Đà và Mường La - Chợ Bờ. Chủ yếu là các đá spilit, bazan porfirít và đá tuf thuộc hệ tầng Cẩm Thủy ($P_2 ct$), Yên Duyệt ($P_2 - T_1 yd$). Đá có cấu trúc dạng khối, gắn kết rắn chắc, phân bố tập trung ở các khu vực Vạn Yên, Suối Rút, Bãi Hả, Bãi Sại, Bản Pẩu, Bản Chiềng. Vận tốc dòng chảy tới hạn không gây ra rửa xói đối với đất đá này là 5m/s.

b) Đá nửa cứng.

Đá nửa cứng bao gồm các thành tạo trầm tích lục nguyên, trầm tích chứa than thuộc các hệ tầng Nậm Thảm ($T_{2l} nt$), Mường Trai ($T_{2-3} mt$), Suối Bàng ($T_{3n} - r sb$), phân bố ở phần đuôi hồ (Tạ Bú), Vạn Yên, Hà Phú và sườn Tây Nam phần đầu hồ. Trầm tích hệ tầng Mường Trai, hệ tầng Nậm Thảm là các đá cát kết, bột kết, sét kết phân lớp từ mỏng đến trung bình. Các đá trầm tích chứa than thuộc hệ tầng Suối Bàng lộ ra ở khu vực ngã ba Vạn Yên, dọc hai bên bờ Suối Tắc, khu vực Ngòi Hoa đến đôi Ông Tượng (thị xã Hoà Bình). Chúng là các tập hợp đá sét bột kết, cát kết, đá sét than. Đá cấu tạo phân lớp từ mỏng đến trung bình. Vận tốc dòng chảy tới hạn không gây ra rửa xói đối với loại đá này là 2m/s. Nhìn chung đá gắn kết thuộc loại trung bình. Trên các điểm lộ dọc các đứt gãy đá thường bị cà nát, vỡ vụn.

c) Đất đá bờ rời và mềm dính

Các trầm tích aluvi có thành phần chủ yếu là cát, cát pha kém chặt, phân bố chủ yếu ở các bãi bồi và các bậc thềm. Vận tốc dòng chảy tới hạn không gây ra rửa xói đối với cát này là 0,2 - 0,25m/s.

Các trầm tích eluvi- deluvi có thành phần chính là sét pha, sét lẫn dăm sạn, nằm phủ lên hầu hết các sườn đồi ven bờ hồ, với bề dày trung bình từ 2-5m; lớn nhất đạt 15m. Vận tốc dòng chảy tới hạn không gây rửa xói là 0,25-0,5m/s.

Một số đặc điểm địa chất công trình của đất đá cấu tạo bờ khu vực mép nước lòng hồ Hòa Bình được trình bày trong bảng III.21,22.

III.6.1.2. Mức độ phong hoá các thành tạo địa chất

Theo đặc điểm phong hóa, các thành tạo địa chất khu vực ven hồ có thể phân ra ba cấp: phong hoá mạnh, phong hoá trung bình và phong hoá yếu với diện phân bố khác nhau.

Các thành tạo địa chất phong hoá mạnh có diện phân bố không lớn ở các khu vực Tạ Bú, Tạ Khoa, Vạn Yên, Hà Phú, Ngòi Hoa và rải rác ở một số nơi khác. Chúng gồm đá phiến sét, đá phiến hai mica, đá phiến bột của các hệ tầng Sông Mù (D_{1 sm}), Tạ Khoa (D_{1-2 tk}), đá phun trào của hệ tầng Cẩm Thủy (P_{2 ct}), đá trầm tích và trầm tích chứa than: cát kết, bột kết, sét kết, sét than của các hệ tầng Mường Trai (T_{2-3 mt}), Suối Bàng (T_{3 sb}). Lớp phong hoá có bề dày trung bình thay đổi từ 15 đến 25m, cá biệt có nơi đạt tới 30 - 35m. Lớp phủ trên bề mặt thường là dăm sạn lẫn sét có bề dày từ 2 - 5m. Vỏ phong hoá thường gồm hai phần: phần trên là lớp phong hoá triệt để dày 5 - 10m và lớp bán phong hoá đến độ sâu 20 - 30m. Trên các thành tạo này trượt lở thường xảy ra với quy mô khá lớn cả về chiều rộng cũng như chiều sâu. Khối

trượt thường từ vài trăm mét khối trở lên. Mặt trượt có thể khoét sâu vào lớp bán phong hoá, khối lượng đất đá trượt có thể đạt đến vài ngàn, vài chục ngàn m³.

Các thành tạo địa chất phong hoá trung bình có diện phân bố lớn, dọc theo ven bờ và hai sườn của hồ Hoà Bình bao gồm các thành tạo trầm tích cổ, các thành tạo biến chất, các đá phun trào, trầm tích phun trào thuộc các hệ tầng Bến Khế (E₂- O₁ bk), Bó Hiềng (S₂- D₁ bh), Bản Diệt (C₃- P bd), Yên Duyệt (P₂- T₁ yd), Cờ Nồi (T₁ cn), Nậm Thảm (T₂ nt). Loại này thường có bề dày vỏ phong hoá nhỏ hơn loại mô tả trên, trung bình từ 5 - 15m. Cấu trúc vỏ phong hoá thường gồm hai phần: phần trên là lớp phong hoá mạnh có bề dày thay đổi từ 0,5 đến 2 - 4m, phần dưới là lớp bán phong hoá thành phần không đồng nhất, cấu tạo nhiều nơi bị nứt nẻ. Bề dày lớp này thường từ 5 - 10m.

Trên các thành tạo phong hoá trung bình, hiện tượng trượt lở thường gặp là dạng trượt chảy, mặt trượt hầu hết nằm trong lớp sườn tích, tàn tích hoặc trong lớp phong hoá triệt để, có kích thước nhỏ (dưới 10m).

Các thành tạo địa chất phong hoá yếu và ít bị phong hoá là các đá gơnai, đá phiến silic, cuội kết, cát kết, đá sét vôi, quaczit thuộc các hệ tầng Sinh Quyền (PR₁ sq), hệ tầng Sinh Vinh (O₃- S₁ sv), hệ tầng Bản Páp (D₂ bp), hệ tầng Tốc Tát (D₃ tt) v.v... Cấu trúc lớp của vỏ phong hoá không rõ ràng như hai loại đã mô tả ở trên, bề dày vỏ phong hoá nhỏ, trung bình < 5m.

Trên các thành tạo địa chất nêu trên hầu như không gặp hiện tượng sạt - lở, trượt - lở. Cá biệt chỉ gặp các sạt lở nhỏ với khối lượng đất đá không đáng kể.

III.6.2. Đặc điểm thủy văn, địa chất thủy văn hồ Hoà Bình

III.6.2.1. Đặc điểm thủy văn

Hồ Hoà Bình là một đoạn của sông Đà. Hồ dài, hẹp, phân nhánh. Chiều dài của hồ tính theo dòng sông chính ở mực nước dâng bình thường là 230km, nếu tính cả chiều dài các phân nhánh thì hồ dài tới trên 450km, với chu vi gần 1100km. Diện tích lưu vực 51,7km², chiều rộng trung bình 1000m; dung tích toàn bộ 9,45km³, dung tích hữu ích 5,65km³; dung tích chống lũ 5,6km³; độ sâu trung bình 48m; mực nước gia cường 120m; mực nước dâng bình thường 115m, mực nước trước lũ 85m; mực nước chết 80m; mực nước tối thiểu 75m; diện tích mặt nước ứng với mực nước gia cường là 308km²; ứng với mực nước dâng bình thường là 208km²; ứng với mực nước trước lũ là 128km²; ứng với mực nước chết là 117km²; ứng với mực nước tối thiểu là 107km². Nếu tính cả các phân nhánh của hồ thì diện tích mặt nước hồ ứng với mực nước dâng bình thường đạt trên 800km². Độ dốc bờ hồ khá lớn, trung bình đạt 30°; cao nhất tới 80°.

Hồ Hoà Bình có nhiều eo, vịnh, vùng gần đập có nhiều đảo. Theo hình dạng có thể chia hồ thành 2 vùng:

- Vùng từ Tạ Bú đến suối Rút có địa hình dài và hẹp với chiều dài 160km, chiều rộng 400 - 600m, diện tích 800ha, mực nước sâu tới 50m, dòng chảy lớn, sóng nhỏ.

- Vùng từ suối Rút đến đập dài trên 30km, rộng 2000 - 3000m, diện tích khoảng 1000ha, dòng chảy chậm, sóng lớn.

Trong khu vực hồ Hoà Bình có khoảng 83 sông suối đổ nước vào hồ, trong đó có tới 34 sông suối lớn với chiều dài trên 15km, phân bố tương đối cân xứng ở hai bên bờ hồ.

Địa hình, địa mạo lòng hồ Hoà Bình biến đổi khá phức tạp dưới tác động mãnh liệt của quá trình xói lở và bồi lắng.

Trên các mặt cắt ngang của lòng hồ có thể thấy, phần lớn các vực nước sâu trong hồ đều tập trung gần bờ đông bắc. Tại đây sườn bờ ngầm dốc hơn và chịu tác động mạnh của quá trình xói mòn. Phần tây nam lòng hồ nông hơn, có nhiều cồn cát và các bậc thềm, tại đây bờ hồ thoải hơn và chịu tác động mạnh của quá trình tích tụ và bồi lắng.

Mặt cắt địa hình, địa mạo dọc lòng hồ rất phức tạp và thay đổi khá mãnh liệt theo thời gian dưới tác động mạnh của quá trình xói mòn sâu và bồi lắng. Có thể chia mặt cắt dọc hồ thành 3 khu vực:

Khu vực 1: từ đập Hoà Bình đến bản Chanh dài 116km. Đây là khu vực nước sâu và tương đối tĩnh, tốc độ dòng chảy rất nhỏ (0,01 - 0,1m/s), chỉ số bồi lắng trung bình là $0,188\text{m}^3/\text{m}^2$.

Khu vực 2: từ Bản Tranh đến Lùm Hạ dài khoảng 62km. Đây là khu vực có vận tốc trung bình dòng chảy nhỏ (0,02 - 0,14m/s), quá trình bồi lắng xảy ra mạnh mẽ nhất, chỉ số bồi lắng bình quân là $0,828\text{m}^3/\text{m}^2$.

Khu vực 3: là phần thượng lưu hồ, dài khoảng 32km. Đây là phần có chế độ dòng chảy gần giống chế độ dòng chảy sông Đà cũ, vận tốc trung bình của dòng chảy dao động 1,42 - 2,44m/s. Quá trình bồi xói lòng hồ diễn ra đan xen phức tạp, song xu thế xói lòng là chủ đạo. Chỉ số bồi lắng trung bình là $0,019\text{m}^3/\text{m}^2$

Hồ Hoà Bình được cấp nước từ lưu vực sông Đà. Chế độ thủy văn của hồ phụ thuộc rất chặt chẽ vào chế độ mưa, lượng bốc hơi, thảm thực vật của lưu vực và vào chế độ vận hành của nhà máy cũng như vào nhiệm vụ cất lũ của hồ. Hồ Hoà Bình có tổng lượng dòng chảy đến trung bình nhiều năm là

57,2km³, lưu lượng trung bình nhiều năm 1800m³/s, lưu lượng lớn nhất 22650m³/s, lưu lượng nhỏ nhất 240m³/s; tổn thất nước do bốc hơi 0,26km³/năm, tổn thất do thấm 1,24km³/năm.

Mùa nước lớn trên hồ Hoà Bình thường kéo dài từ tháng VI đến tháng X với tổng lượng nước 29,8 - 51,051km³, chiếm 73,88 - 81,16% lượng nước đến cả năm.

Mức nước hồ Hoà Bình phụ thuộc chặt chẽ vào chế độ mưa lũ của lưu vực và nhiệm vụ cắt lũ của hồ. Năm 1998, mực nước hồ lớn nhất đạt 116,13m; thấp nhất 80,08m; biên độ dao động mực nước 36,05m; mực nước hạ thấp trung bình là 0,23m/ngđ, lớn nhất là 1,98m/ngđ; mực nước dâng trung bình 0,23m/ngđ; dâng nhanh nhất 3,79m/ngđ.

Hướng gió chủ yếu tác động lên mặt nước hồ Hoà Bình là hướng bắc, tốc độ gió trung bình 1,1m/s, cao nhất đạt 28,0m/s. Tốc độ gió cực đại ở gần bờ và giảm dần khi ra xa bờ.

III.6.2.2. Động lực nước

Đối với hiện tượng xói lở, sập lở khu vực mép nước lòng hồ Hoà Bình trong động lực nước thì các hợp phần động lực sóng, động lực dòng chảy và dao động mực nước có tính quyết định.

a. Động lực sóng.

Các loại sóng tham gia vào việc tái tạo lại bờ hồ gồm sóng do gió gây ra, sóng do các chấn động tạo nên và sóng do các phương tiện giao thông đường thủy... gây ra. Trong các loại sóng đó, trước hết phải kể đến sóng lan truyền trên mặt nước do gió gây ra, bởi chính loại sóng này có sức phá huỷ

lớn hơn và diễn ra thường xuyên liên tục hơn so với các loại sóng có nguồn gốc khác.

Những dao động của sóng do gió gây ra thường được lan truyền xa, tạo thành sóng “lùng” mang theo năng lượng lớn. Năng lượng này được tính theo công thức kinh nghiệm của Andrejanov là:

$$E = \frac{1}{8} h^2 L \quad (III.5)$$

Trong đó:

$h = 0,208 w^{5/4} D^{1/3}$; chiều cao của sóng (m).

$L = 0,304 w \cdot D^{1/2}$; chiều dài của sóng (m).

E- là tổng năng lượng của sóng (T/m); w- vận tốc gió thổi (m/s);

D- chiều dài của sóng (km).

Áp lực đập ngang của sóng lên mặt bờ thẳng đứng được tính theo công thức:

$$P = \frac{\gamma_n v^2}{g} = 0,1 v^2 \text{ (T/m}^2\text{)} \quad (III.6)$$

Trong đó:

v- là vận tốc của sóng (m/s) có thể tính được theo công thức:

$$v = \frac{L}{T}; \quad T = 7,5 \frac{h^{3/5}}{w^{1/5}} \quad (III.7)$$

Chiều cao tràn lên bờ của sóng h_t so với mực nước tĩnh có thể tính theo công thức:

$$h_t = 3,2 k h \operatorname{tg} \alpha \quad (III.8)$$

Trong đó:

k- hệ số phụ thuộc vào sự gồ ghề của mái bờ; (với bờ đất đá k = 0,775).

α - góc nghiêng mái dốc (độ).

Thể tích đất đá bờ bị rửa xói do năng lượng đầu sóng gây ra có thể tính được bằng công thức của E.G. Katsugin:

$$Q = E \cdot k_t \cdot k_b \cdot t^b \quad (III.9)$$

Trong đó:

Q- thể tích đất đá bờ bị rửa xói trong thời gian t năm (m^3/m).

E- năng lượng trung bình của sóng tại điểm đang xét (T/m).

k_t - hệ số rửa xói của đất đá (tra theo bảng).

k_b - hệ số chiều cao của bờ hồ (m).

t- thời gian rửa xói (năm).

b- số lũy thừa phụ thuộc vào chế độ tắt dần của tác dụng rửa xói (giá trị biến đổi từ 0,45- 0,9).

Trong khu vực nghiên cứu có 2 vùng chịu sự tác động của sóng do gió gây ra là hồ Hoà Bình và hồ Thác Bà. Khảo sát thực tế cho thấy, hồ Hoà Bình chịu tác động của sóng do gió gây ra lớn hơn cả.

Hồ Hoà Bình có đặc điểm là dài, hẹp, sâu, có nhiều eo vịnh; vách bờ có độ dốc lớn. Hướng gió chủ yếu tác động lên mặt nước hồ là hướng Bắc; tốc độ gió trung bình là 1,1m/s; cao nhất đạt 28,0m/s. Bờ hồ có 2 điểm chịu tác động đáng kể của sóng là vách đá vôi gần Suối Rút và mũi nhọn Vạn Yên trên bờ phải.

Vách đá vôi gần Suối Rút có vách bờ cao, dốc dựng đứng; đá vôi ở dạng khối rắn chắc; sóng do gió gây ra có đà sóng dài khoảng 2km.

Mũi nhọn Vạn Yên có bờ hồ thoải, đá gốc dạng bazan porfirit bị phong hoá mạnh, có đứt gãy sâu chạy qua; bề dày lớp phong hoá 10- 15m, sóng do gió gây ra có đà sóng dài khoảng 4km.

Trên cơ sở các công thức (III.5-9), dễ dàng tính được các thông số đặc trưng của sóng tại mặt cắt Suối Rút là: $h= 1,68\text{m}$; $L= 12,038\text{m}$; $D= 2\text{km}$; $E= 4,287\text{T.m}$; $v= 2,289\text{m/s}$; $P= 0,524\text{T/m}^2$

Tại mũi nhọn Vạn Yên là: $h= 2,126\text{m}$; $L= 17,024\text{m}$; $D= 4\text{km}$; $E= 9,618\text{T.m}$; $v= 2,811\text{m/s}$; $P= 0,79\text{T/m}^2$; $ht= 3,04\text{m}$.

Như đã biết, cường độ rửa xói và phá hoại bờ do sóng gây ra không những phụ thuộc vào năng lượng sóng mà còn phụ thuộc vào hệ số rửa xói của đất đá.

Tại khu vực gần Suối Rút do năng lượng đầu sóng không lớn, áp lực đập ngang của sóng nhỏ, bờ hồ được cấu tạo bởi các vách đá vôi cao dựng đứng không có lớp phủ và tầng phong hóa; đá vôi phân lớp dày ở dạng khối cứng chắc, hệ số rửa xói rất nhỏ, vận tốc tổn hạn gây rửa xói lớn nên cường độ rửa xói và phá hoại bờ do sóng gây ra ở đây rất nhỏ, gần như không đáng kể.

Tại mũi nhọn Vạn Yên bờ hồ có đá gốc dạng bazan porfirit bị phong hoá rất mạnh, bề dày lớp phong hoá 10- 15m, đất phong hoá dạng sét pha có độ liên kết rất kém, vận tốc tới hạn gây rửa xói nhỏ, sét phong hoá dễ bị phá hoại và tan rã trong nước, năng lượng sóng tại đây lớn hơn, do đó cường độ phá huỷ bờ do sóng gây ra ở đây lớn hơn.

Dựa vào công thức của E.G. Katsugin (III.9), ta có thể tính được thể tích đất đá bờ bị rửa xói do sóng gây ra tại đây sau 5 năm là $0,184\text{m}^3/\text{m}$; sau 10 năm là $0,344\text{m}^3/\text{m}$; sau 15 năm là $0,495\text{m}^3/\text{m}$.

Như vậy, tại mũi nhọn Vạn Yên có sự rửa xói và phá huỷ bờ do năng lượng đầu sóng gây ra, nhưng cường độ phá huỷ của nó không lớn. Áp lực đập ngang của sóng lên thành bờ tại mũi nhọn Vạn Yên là $P = 0,79\text{T}/\text{m}^2$. Nếu ta lấy giá trị lực dính đặc trưng của sét pha trong đới dao động mực nước là $2,5\text{T}/\text{m}^2$, thì ta nhận thấy rằng áp lực này chưa đủ lớn để phá huỷ lớp sét pha ven bờ.

Chiều cao trườn sóng lên bờ so với mực nước tĩnh tại Vạn Yên $h_s = 3,04\text{m}$. Như vậy cứ mỗi lần trườn sóng, áp lực đẩy nổi của nước dưới đất tác dụng lên đáy lớp sét pha lại tăng lên $3,04\text{T}/\text{m}^2$. Sự gia tăng áp lực này là đủ lớn để có thể phá huỷ lực liên kết của sét trong đới bão hoà nước. Quá trình trườn lên bờ của sóng còn làm cho lớp đất bazan phong hoá trong đới trườn sóng luôn ở trạng thái sũng nước. Trong trạng thái sũng nước, đất bazan phong hoá rất dễ bị tan rã và phá huỷ, lực kháng cắt của đất bị giảm làm giảm lực chống trượt của sườn dốc; khối lượng thể tích của đất tăng làm tăng lực đẩy trượt trên sườn bờ. Đặc biệt, sau khi sóng lùi mực nước hồ rút xuống đột ngột làm cho gradient thuỷ lực của nước ngầm ven bờ tăng đột biến, tạo điều kiện phát sinh một dòng thấm từ đất đá sũng nước ven bờ vào hồ với vận tốc lớn, có khả năng mang theo các vật liệu từ bờ ra hồ, gây nên hiện tượng cát trôi, cát chảy, xói ngầm dẫn đến sụp đổ bờ và trượt lở sườn bờ.

Như vậy tại mũi nhọn Vạn Yên hiện tượng lở bờ và trượt đất sườn bờ do tác động của sóng xảy ra đáng kể. Nhưng các hiện tượng này xảy ra không phải do tác động trực tiếp của năng lượng đầu sóng, cũng không phải do tác động trực tiếp từ áp lực đập của sóng, mà là do chiều cao trườn lên bờ của sóng.

Trong cùng điều kiện gió thổi, chiều cao trườn bờ của sóng phụ thuộc vào bề mặt mái dốc và góc nghiêng sườn dốc. Sự tái tạo lại bờ tại mũi nhọn Vạn Yên do tác động của sóng sẽ dừng khi nào đạt được một góc nghiêng sườn dốc thích hợp.

Qua các kết quả tính toán và phân tích trên đây ta thấy rằng: tác động của sóng đến hiện tượng xói lở và phá hoại bờ hồ Hoà Bình không nhiều; nó sẽ chỉ xảy ra mang tính chất cục bộ với cường độ phá huỷ không lớn. Trong thực tế, sau nhiều năm hồ Hoà Bình hoạt động, vách đá vôi gần Suối Rút vẫn hoàn toàn ổn định. Tại mũi nhọn Vạn Yên bờ hồ bị xói lở ngay sau khi hồ tích nước và vẫn tiếp tục phát triển với có xu thế gia tăng; các đoạn bờ còn lại của hồ Hoà Bình ít chịu sự phá huỷ của sóng do gió gây nên.

b. Động lực dòng chảy

Trên sông Đà, hàng năm thường có 2 - 6 trận lũ lớn đổ vào hồ Hoà Bình với thời gian lũ kéo khá dài. Lưu lượng đỉnh lũ cao nhất đạt tới $22.650\text{m}^3/\text{s}$ (18/8/1996).

Theo số liệu đo vận tốc dòng chảy của Trung tâm nghiên cứu Môi trường Không khí và Nước, Viện Khí tượng thuỷ văn ngày 14/11/1996 (bảng III.23) thì vào cuối mùa mưa, đầu mùa khô trên bờ hồ Hoà Bình từ đoạn Vạn Yên đến Chợ Bờ không có hiện tượng xói lở bờ do dòng chảy gây ra; đoạn từ Tạ Bú trở lên, dòng nước có thể gây xói lở đối với bờ được cấu tạo bởi các thành phần bờ rời và mềm dính như: sạn, sỏi, các loại sét, cát kém chặt và hoàng thổ.

Bảng III.23: Vận tốc dòng chảy tại một số trạm thủy văn ngày 14/XI/1996
 (Theo tài liệu của Trung tâm nghiên cứu Môi trường Không khí và Nước,
 Viện Khí Tượng Thủy văn)

Trạm quan trắc	Lưu lượng $Q (m^3/s)$	Tiết diện $F (m^2)$	Mức nước $H (m)$	Vận tốc (m/s)		
				Tr.bình V_{TB}	Sát bờ phải V_P	Sát bờ trái V_T
Chợ Bờ	1.440	51.748	109,36	0,028	0,044	0,008
Vạn Yên	1.118	16.939	-	0,066	0,036	0,08
Tạ Bú	1.320	1.560	116,43	0,885	1,004	1,127

Ta biết rằng vận tốc trung bình dòng chảy được tính bằng công thức:

$$V_{Tb} = \frac{Q_{tb}}{F} \quad (III.10)$$

Trong đó: Q_{tb} - lưu lượng trung bình (m^3/s); F - diện tích tiết diện mặt ướt của dòng chảy.

Thông thường đối với các dòng sông, khi lưu lượng (Q) tăng thì mực nước (H) cũng tăng theo và như vậy tiết diện mặt ướt của dòng chảy (F) cũng tăng theo (mặc dù F tăng không lớn).

Tuy nhiên thực tế ở hồ Hoà bình lại ngược lại: mùa khô là lúc hồ tích nước nên mặc dù lưu lượng dòng chảy vào hồ nhỏ nhưng mực nước vẫn tăng cao và tiết diện mặt ướt của dòng chảy lớn, do đó vận tốc dòng chảy rất nhỏ. Mùa lũ là lúc hồ xả nước chống lũ nên mặc dù lưu lượng dòng chảy vào hồ lớn hơn mùa khô gấp nhiều lần nhưng mực nước vẫn thường thấp hơn mùa khô (bảng III.24), tiết diện mặt ướt dòng chảy nhỏ hơn mùa khô, do đó vận

tốc dòng chảy mùa lũ thường lớn hơn vận tốc dòng chảy mùa khô rất nhiều lần.

Bảng III.24. Biến đổi dòng chảy thượng lưu hồ Hoà Bình theo mùa tại trạm Tạ Bú năm 1996 (Theo tài liệu của Trung tâm nghiên cứu Môi trường Không khí và Nước, Viện Khí Tượng Thủy văn)

Ngày tháng	Lưu lượng (m ³ /s)			Mức nước (m)		
	Trung bình	Max	Min	Trung bình	Max	Min
7/1996	5.437	8.760	2.270	111.26	114.17	108.51
8/1996	3.983	8.060	2.080	113.01	115.53	109.07
11/1996	1.126	1.320	850	116.6	116.98	116.22
12/1996	775	850	570	116.73	116.91	116.60

Theo bảng III.24, khi lưu lượng trung bình vào tháng 7 tăng hơn 7 lần so với tháng 12, thì mực nước lại giảm 5,47m (khoảng 10% chiều cao cột nước ở hồ Hoà Bình). Như vậy tiết diện mặt ướt dòng chảy trong tháng 7 và tháng 8 (các tháng có lũ) nhỏ hơn tiết diện mặt ướt dòng chảy trong tháng 11 và tháng 12.

Từ thực tế trên nếu coi diện tích tiết diện mặt ướt dòng chảy trong tháng lũ không tăng (thực tế là giảm) thì có thể dự tính sơ bộ được vận tốc dòng chảy tối thiểu của lũ tại hồ Hoà Bình khi lưu lượng đỉnh lũ tại Chợ Bờ $Q=5.000\text{m}^3/\text{s}$ trong bảng III.25.

So sánh các vận tốc dòng chảy lũ tối thiểu trong bảng III.25 với tốc độ dòng nước cho phép lớn nhất không gây ra rửa xói đối với các nhóm đất đá nhận thấy:

Vào mùa nước lũ, khi lưu lượng dòng lũ tại trạm Chợ Bờ lớn hơn $5.000\text{m}^3/\text{s}$ thì tại khu vực Chợ Bờ có thể xảy ra quá trình rửa xói nhẹ trên sườn

ngâm bờ phải. Dòng chảy có thể rửa xói các vật liệu dạng hạt mịn và hoàng thổ trên sườn ngâm.

Bảng III.25. Số liệu tính sơ bộ vận tốc tối thiểu dòng chảy lũ tại các trạm thủy văn hồ Hoà Bình khi $Q_{\text{chợ bờ}} = 5.000 \text{ m}^3/\text{s}$

Trạm quan trắc	Lưu lượng $Q \text{ (m}^3/\text{s)}$	F tối đa (m^2)	Vận tốc (m/s)		
			Tr. bình V_{TB}	Sát bờ phải V_{P}	Sát bờ trái V_{T}
Chợ Bờ	5.000	51.748	0,096	0,152	0,027
Vạn Yên	3.882	16.939	0,23	0,125	0,278
Tạ Bú	4.583	1.560	2.94	3.332	3.74

Từ Chợ Bờ đến khu vực Vạn Yên, quá trình rửa xói phát sinh trên cả hai bờ. Trên bờ trái cường độ xói lở mạnh hơn. Tại đây dòng chảy đã có khả năng rửa xói được vật liệu có dạng sạn, sét, sét pha và đất hoàng thổ.

Trên bờ phải vận tốc dòng chảy nhỏ hơn nên cường độ phá huỷ bờ cũng yếu hơn. Tại đây dòng chảy có khả năng rửa xói được các vật liệu dạng cát hạt thô đến sét, sét pha kém chặt, cát, cát pha kém chặt và đất hoàng thổ.

Đoạn từ Vạn Yên lên Tạ Bú, xói lở và phá hoại bờ xảy ra mãnh liệt trên cả 2 bờ hồ. Trên đoạn hồ này, vận tốc dòng chảy sát hai bờ rất lớn, có khả năng rửa xói được các vật liệu có dạng cuội và dăm lớn. Các đoạn bờ có cấu tạo bằng vật chất dạng mềm dính (như sét, sét pha) đều có thể bị phá huỷ.

Khi lưu lượng dòng chảy lũ đạt giá trị lớn hơn $20.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (18/8/1996) thì trên sườn ngâm bờ phải hồ Hoà Bình tại khu vực Chợ Bờ cũng sẽ xảy ra hiện tượng xói lở và sạt lở bờ.

Hồ Hoà Bình tuy có hệ số uốn khúc không lớn, nhưng tại các đoạn uốn khúc như: Bản Tôm, Bản Tả, Tạ Học, Bản Luồn, Tạ Đo, Tạ Khoa, Bản Nguồn, Sập Việt, Bãi Vàng, Vạn Yên hiện tượng xói lở và sụp đổ bờ cũng đã xảy ra khá mạnh.

c. Động lực dòng ngầm

Nước dưới đất vùng ven hồ Hòa Bình có quan hệ thủy lực rất chặt chẽ với chế độ thủy văn của hồ, nhưng mực nước hồ Hòa Bình phụ thuộc chặt chẽ vào chế độ mưa lũ của lưu vực và đặc biệt là chế độ vận hành của nhà máy thủy điện và nhiệm vụ cắt lũ của hồ. Như vậy có hai chế độ vận hành chính của hồ là tích nước và xả lũ, liên quan với hai chế độ này là hai kiểu biến động động lực dòng ngầm ven hồ: dâng mực nước ngầm do hồ tích nước và hạ mực nước ngầm do xả lũ.

- Dâng mực nước ngầm do hồ Hòa Bình tích nước

Giai đoạn tích nước của hồ Hòa Bình kéo dài từ tháng V đến tháng X. Trong giai đoạn tích nước, mực nước hồ dâng từ mực nước chết (80m) lên đến mực nước dâng bình thường (115m), đôi khi gần đạt tới mực nước gia cường. Vận tốc dâng mực nước trung bình của hồ dao động từ 0,12 - 0,23m/ngđ. Tuy nhiên vào thời điểm có lũ, vận tốc dâng mực nước gia tăng đột biến, có khi đạt tới 5,8m/ngđ (ngày 17/8/1996 tại Tạ Bú).

Biết rằng, khi mực nước hồ dâng cao, áp lực nước dưới đất trong các tầng chứa nước ven bờ cũng tăng lên đáng kể. Xét về cấu trúc địa chất thủy văn, phần lớn bờ hồ Hòa Bình được phủ bởi các lớp trầm tích eluvi - deluvi dạng sét, sét pha thấm nước yếu, bề dày thay đổi từ 2 - 5m. Nằm dưới lớp sét, sét pha thấm nước yếu này là đới đất đá bị phong hoá mãnh liệt với bề dày thay đổi từ 5 - 30m, hệ số thấm lớn. Khi mực nước hồ lên cao, áp lực dưới đất tăng lên, lực tác động đẩy nổi vào đáy lớp sét trên tầng phủ cũng tăng theo.

Nếu áp lực đẩy nổi đủ lớn, nó có thể phá vỡ kết cấu của lớp sét tầng phủ trên cùng tại những nơi mỏng nhất.

Mức nước áp lực cho phép để lớp sét tầng phủ không bị phá huỷ có thể tính theo công thức sau:

$$H_{cp} = \frac{q_u \gamma_d B}{\gamma_n} \quad (III.11)$$

Trong đó: H_{cp} - áp lực đẩy nổi cho phép (m); q_u - lực dính đơn vị (T/m^2); γ_d - khối lượng thể tích đất sét (T/m^3); B - bề dày của lớp phủ (m); γ_n - khối lượng thể tích của nước (T/m^3);

Nếu ta lấy lực dính đơn vị đặc trưng của lớp sét trong đới dao động mực nước $q_u = 2,5T/m^2$; $\gamma_d = 1,5T/m^3$; $\gamma_n = 0,9807T/m^3$; $B = 5m$ thì $H_{cp} = 10,196m$.

Như vậy, tại khu vực bờ hồ Hoà Bình chỉ cần áp lực đẩy nổi của nước dưới đất lớn hơn 10,2m thì kết cấu của lớp sét tầng phủ trong trầm tích eluvi-deluvi của bờ hồ bị phá vỡ. Điều này hoàn toàn có thể xảy ra khi mực nước hồ dâng cao.

Khi lớp đất chân sườn dốc bị phá huỷ, sườn dốc bị mất điểm tựa, hệ số ổn định của sườn dốc sẽ giảm đi đáng kể. Kết hợp với tác động phá huỷ bờ cộng hưởng do sóng, dòng chảy và sự tan rã đất do bão hoà gây ra thì hiện tượng trượt lở, sụt đất của các khối sét, sét pha trên sườn bờ là tất yếu và quá trình trượt lở của nhiều khối theo dây chuyền sẽ xảy ra.

Quá trình dâng mực nước ngầm trong giai đoạn tích nước của hồ còn làm tăng lượng đất đá bị bão hoà nước, đẩy mạnh quá trình tan rã sét, bồi trơn bề mặt giảm yếu và các mặt trượt có sẵn, từ đó thúc đẩy quá trình trượt lở đất sườn bờ phát triển mãnh liệt hơn.

- Hạ thấp mực nước ngầm do hồ Hoà Bình xả lũ

Giai đoạn xả lũ của hồ Hoà Bình thường kéo dài từ tháng XI đến tháng IV năm sau. Trong giai đoạn xả lũ mực nước hồ Hoà Bình giảm từ mực nước dâng bình thường (115m) xuống đến mực nước chết (80m). Vận tốc hạ thấp mực nước trung bình dao động từ 0,19 - 0,23m/ngđ. Tuy nhiên vào thời điểm xả nước đón lũ, mực nước hồ thường giảm nhanh hơn có khi tới 4,2m/ng.đ (ngày 18/8/1996 tại Tạ Bú). Khi mực nước hồ hạ xuống nhanh, mực nước ngầm trong đới đất đá ven bờ không kịp hạ theo, dẫn đến sự xuất hiện gradient áp lực của nước ngầm với mực nước hồ, tạo ra dòng chảy thấm từ bờ ra hồ, gây ra hiện tượng trượt lở, sạt lở bờ.

Qua các phân tích và tính toán trên, ta có thể khẳng định rằng: tác động của các yếu tố thủy văn và địa chất thủy văn đến các hiện tượng xói lở bờ, sập lở bờ và trượt lở đất sườn bờ hồ chứa nước là rất lớn. Nó đóng vai trò là một tác nhân quan trọng trực tiếp ảnh hưởng đến quá trình khai phá lại bờ của hồ chứa nước Hoà Bình.

III.6.3. Độ dốc sườn

Độ dốc sườn vùng lòng hồ Hoà Bình có thể được chia thành các cấp sau: độ dốc thoải (có 2 cấp độ: dốc rất thoải ($<3^{\circ}$ - 8°) và thoải (8° - 15°)), độ dốc trung bình (15° - 25°), độ dốc lớn (25° - $<40^{\circ}$) và rất dốc ($>40^{\circ}$) (xem bảng III.26). Độ dốc càng lớn thì nguy cơ trượt lở càng cao.

Từ bảng III.26 có thể nhận thấy rằng, vùng lòng hồ Hoà Bình là một vùng địa hình khá dốc, với diện tích có độ dốc lớn và rất dốc chiếm tới 51,7%, nếu tính cả phần núi đá vôi (thường có vách dựng đứng) thì tỷ lệ này đạt tới 60,7%. Do đó, nguy cơ trượt lở sườn khu vực mép nước lòng hồ là rất lớn. Tuy nhiên, độ dốc sườn chỉ được xem như là một yếu tố tiềm năng, để

trượt lở có thể xảy ra còn phụ thuộc vào các yếu tố khác như đã trình bày ở trên.

Bảng III.26. Phân chia diện tích khu vực hồ Hoà Bình theo độ dốc

TT	Độ dốc (độ)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
1	$> 40^0$	23.367	5,8
2	$25 - 35^0$	184.556	45,9
3	$15 - 25^0$	100.529	25,0
4	$8 - 15^0$	16.300	4,1
5	$< 3 - 8^0$	27.808	6,9
6	Núi đá vôi	35.977	9,0
7	Mặt nước ở cao trình 85m	12.800	3,3

III.6.4. Đặc Điểm phá hủy kiến tạo

Nhìn chung vùng hồ Hoà Bình bị trùm phủ bởi hai đới đứt gãy lớn phân bố gần nhau dọc theo hai bên bờ trái và phải của sông Đà: đới đứt gãy Sông Đà và đới đứt gãy Mường La - Chợ Bờ (Nguyễn Văn Hùng, 2002) (H.III.14). Đới Sông Đà phân bố trên phần sườn và đường chia nước thuộc phía tây nam của thung lũng, đới Mường La - Chợ Bờ phân bố phần lớn trên phần sườn phía đông bắc của thung lũng. Mỗi một đới đứt gãy gồm có một đứt gãy chính phân bố trên suốt chiều dài của đới và các đứt gãy nhánh phân bố ở hai bên đới. Các đứt gãy này đều có phương kéo dài hoặc TB - ĐN hoặc á vĩ tuyến trực tiếp cắt vào khu vực lòng hồ tại nhiều vị trí. Đây là các đứt gãy hoạt động tích cực trong Tân kiến tạo và hiện đại. Ngoài ra trong phạm vi khu vực

nghiên cứu còn xuất hiện một số đứt gãy biệt lập khác, chúng liên quan với hai đới đứt gãy trên về mặt cơ chế thành tạo và phát triển và cũng có vai trò ảnh hưởng không kém quan trọng đối với các quá trình địa chất hiện đại xảy ra trong khu vực nghiên cứu. Hoạt động của đứt gãy kiến tạo thường kéo theo biến dạng của đất đá như bị vò nhàu, dập vỡ, cà nát, uốn nếp, nhiều khi với mức độ rất mạnh, đặc biệt là những nơi giao nhau của các đứt gãy. Do đó đất đá ở những khu vực này thường kém bền vững về mặt cơ học. Do mức độ nứt nẻ tăng cao nên độ thấm thấu cũng tăng lên, điều đó, một mặt làm cho quá trình phong hóa trở nên thuận lợi hơn, mặt khác bản thân đất đá dập vỡ cũng sẽ trực tiếp chịu ảnh hưởng của động lực nước ngầm. Kết quả là ở những nơi bị phá hủy kiến tạo mạnh, tiềm năng trượt lở, xói lở là rất cao. Kết quả tính toán mật độ phá hủy đứt gãy dựa theo mật độ lineament cho thấy vùng có mức phá hủy đứt gãy kiến tạo tập trung lớn nhất là khu vực Chợ Bờ và lân cận, tiếp đến là đoạn Chợ Bờ - đập thủy điện, đoạn Hạ Hai - Bản Tiêng, đoạn Vạn Yên - Đa Phù và lân cận. Các đoạn còn lại bị ảnh hưởng yếu hơn hoặc ít bị ảnh hưởng. Các khu vực có mật độ phá hủy đứt gãy kiến tạo cao đáng chú ý là Bản Mực, Vạn Yên, Tạ Khoa và Tạ Bú. Chính trên các đoạn này cũng là những nơi tập trung các hiện tượng trượt lở bờ.

Tóm lại, các nguyên nhân gây xói lở, trượt lở bờ sông, hồ rất đa dạng. Đối với từng trường hợp cụ thể có thể có một hoặc một số tác nhân đóng vai trò chủ đạo, nhưng nhìn chung các hiện tượng xói lở bờ sông, hồ thường do một tổ hợp các yếu tố khác nhau có quan hệ tương hỗ lẫn nhau. Điều đó cho thấy tính chất phức tạp của hiện tượng này.

Chương IV

PHÂN VÙNG NGUY CƠ TAI BIẾN SẠT LỞ BỜ SÔNG KHU VỰC CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC

IV.1. Nguyên tắc và phương pháp phân vùng

IV.1.1. Nguyên tắc phân vùng

Phân vùng dự báo nguy cơ tai biến thiên nhiên nói chung và tai biến xói lở bờ sông nói riêng là một công việc phức tạp và vẫn còn mới mẻ. Cho đến nay vẫn chưa có phương pháp phân vùng thống nhất. Có thể có nhiều phương pháp đánh giá nguy cơ tai biến nhưng theo chúng tôi, phân vùng nguy cơ tai biến sạt lở bờ sông phải đảm bảo các nguyên tắc sau:

1. Phân vùng nguy cơ sạt lở bờ sông phải được dựa trên cơ sở phân tích, đánh giá tổng hợp các nguyên nhân (nội sinh, ngoại sinh, nhân sinh, đặc biệt là quy luật biến động lòng dẫn) và mối tương tác của chúng để xác định các đoạn bờ sông có mức xói lở tiềm năng khác nhau.

2. Căn cứ vào hiện trạng, quy mô, diễn biến của sạt lở bờ sông trong những năm qua và hiệu quả của các giải pháp khắc phục đã thực hiện để xác định mức độ nguy cơ sạt lở trên các đoạn bờ sông.

3. Nguy cơ sạt lở bờ sông được phân chia theo từng đoạn sông. Thực tế cho thấy mỗi đoạn sông có những nét đặc thù riêng cả về hình thái lòng dẫn, đất đá cấu tạo bờ sông, chế độ thủy văn v.v..., do đó nguy cơ xói lở bờ cũng rất khác nhau. Thông thường phần lòng sông bị biến động mạnh nhất là phần trung lưu và hạ lưu, đặc biệt là hạ lưu. Theo đó, trong phạm vi khu vực nghiên cứu có thể chia các sông theo từng đoạn sau:

- Sông Thao: đoạn hạ lưu từ thành phố Việt Trì đến xã Hồng Đà (đoạn hợp lưu Thao - Đà - Lô); đoạn trung lưu từ Hồng Đà đến hết địa phận Phú Thọ; đoạn thượng lưu từ địa phận Yên Bái đến biên giới Việt Trung.
- Sông Đà: đoạn hạ lưu từ đập thủy điện Hòa Bình đến hợp lưu Thao - Đà.
- Sông Lô: đoạn hạ lưu: từ hợp lưu Thao - Lô (TP Việt Trì) đến Trì Quận (Phù Ninh, Phú Thọ); đoạn thượng lưu từ Trì Quận đến biên giới Việt - Trung.
- Sông Cầu: đoạn hạ lưu từ hợp lưu với sông Lục Nam đến TP. Thái Nguyên; đoạn thượng lưu từ TP. Thái Nguyên đến TX Bắc Kạn.
- Sông Thương: đoạn hạ lưu là phần chảy qua địa phận tỉnh Bắc Giang; đoạn thượng lưu là phần chảy trên địa phận Lạng Sơn.
- Sông Lục Nam: đoạn hạ lưu từ Chũ đến hợp lưu với sông Cầu tại Phả Lại, phần thượng lưu là phần còn lại.
- Các sông khác như Phó Đáy, Gâm, thượng lưu sông Mã, sông Bôi là những sông tương đối nhỏ và ngắn, tính chất tương đối đồng nhất trên suốt dọc sông nên không có sự phân đoạn.

4. Việc phân vùng nguy cơ sạt lở khu vực mép nước lòng hồ Hòa Bình sẽ được xem xét riêng.

IV.1.2. Phương pháp phân vùng

Qua kinh nghiệm thực tế của các tác giả và các đồng nghiệp, chúng tôi thấy đánh giá nguy cơ xói lở bờ sông theo phương pháp cho điểm từng tác nhân gây xói lở cho kết quả tương đối tốt và khách quan. Theo cách này mỗi tác nhân được đánh giá theo các cấp độ rất mạnh, mạnh, trung bình và yếu

tương ứng với điểm số là 5, 4, 3, 2 cho từng đoạn sông đã nêu trên. Như đã trình bày ở phần trên có 5 nhóm tác nhân chính là: địa chất, thủy văn, địa chất thủy văn, đất đá cấu tạo bờ và hoạt động nhân sinh. Trong từng nhóm tác nhân lại có rất nhiều yếu tố thành phần, tuy nhiên để đưa vào bảng chấm điểm cần lựa chọn trong từng nhóm những tác nhân chính. Trong các yếu tố địa chất các đặc điểm địa chất, địa mạo và Tân kiến tạo được xét chung là một thành phần. Trong các yếu tố thủy văn, đối với xói lở bờ sông, chế độ thủy văn và động lực dòng chảy là hai tác nhân quan trọng nhất, nó được xét là một thành phần. Tuy nhiên tùy từng trường hợp cụ thể có thể xem xét thêm các đặc điểm khác. Trong địa chất thủy văn, động lực dòng ngầm được xét là một thành phần. Đối với đất đá cấu tạo bờ sông thì tính chất cơ lý của chúng được xét là một thành phần. Cuối cùng, các hoạt động con người cũng được xem là một thành phần. Theo cách lựa chọn này, trong bảng chấm điểm sẽ bao gồm các thành phần sau: 1 - Đặc điểm địa chất, 2 - Chế độ thủy văn, 3 - Động lực dòng chảy, 4 - Động lực dòng ngầm, 5 - Tính chất cơ lý đất đá cấu tạo bờ, 6 - Hoạt động của con người.

Tuy nhiên, các tác nhân gây xói lở bờ sông có vai trò khác nhau, có những tác nhân mang tính chủ đạo, quyết định, có những tác nhân mang tính phụ trợ. Do đó, những tác nhân quan trọng nhất như: động lực dòng chảy, tính chất cơ lý đất đá cấu tạo bờ được tính với hệ số 1,5. Thực tế cho thấy, với hệ số này ta có thể dễ dàng tách được các khu vực có nguy cơ xói lở cao, đồng thời tránh được hiện tượng nguy cơ "ảo" do các tác nhân phụ trợ. Ngoài ra, có thể nhận thấy rằng phần lớn các xói lở đáng quan tâm thường xảy ra trên các sông lớn có lưu lượng lớn, vận tốc dòng chảy cao như sông Thao, Đà và Lô. Khi tính điểm các sông này sẽ được cộng điểm theo nguyên tắc sau: đoạn hạ lưu sông Thao, Đà và Lô cộng 5 điểm, phần trung và thượng lưu sông Thao, thượng lưu sông Lô được cộng 4 điểm. Nguy cơ xói lở bờ sông được chia theo thang điểm sau: rất mạnh >30 điểm, mạnh từ dưới 30 điểm đến 25 điểm,

trung bình từ dưới 25 điểm đến 20 điểm, dưới 20 điểm là vùng có nguy cơ xói lở yếu.

IV.2. Kết quả phân vùng

Theo cách đánh giá như đã trình bày ở trên có thể phân vùng nguy cơ xói lở bờ sông như sau (H.IV.1, bảng IV.1):

1. *Đoạn sông có nguy cơ xói lở rất mạnh:* là đoạn hạ lưu sông Thao từ xã Hồng Đà (Tam Nông, Phú Thọ) đến phường Bạch Hạc (TP. Việt Trì) là khu vực hợp lưu của ba sông Đà - Thao - Lô

Một số đặc trưng cơ bản của đoạn sông này là:

- Đây là khu vực hợp lưu của các nhánh chính (Thao - Đà - Lô) nên có chế độ thủy văn rất phức tạp. Đoạn sông này được đặc trưng bởi lưu lượng lớn, tốc độ dòng chảy cao và đặc biệt là sự lệch pha của đỉnh lũ của các sông nhánh, nhất là sông Đà và sông Thao.

- Khu vực này là một khúc uốn, sông Thao tại hợp lưu với sông Đà đã đổi hướng chảy từ tây bắc - đông nam sang nam - bắc rồi chuyển sang tây - đông, khi gặp sông Lô lại chuyển sang hướng bắc - nam. Do đặc điểm hình thái lòng sông như vậy nên hiện tượng xói lở bờ sông là khó tránh khỏi.

- Độ dốc lòng sông ở đoạn này thấp, hiện tượng xói lở và bồi tụ thường xen kẽ nhau, tùy theo mùa (lũ, kiệt) mà xu thế bồi tụ hay xói lở chiếm ưu thế. Sự xuất hiện của xu thế bồi tụ thường làm đổi hướng dòng chảy gây xói lở ở phía bờ đối diện.

- Đất đá cấu tạo bờ sông là các trầm tích Đệ tứ bờ rời (phần lớn là đất cát pha, đất phù sa), gắn kết yếu dễ bị xói lở.

- Đoạn sông này chịu tác động trực tiếp của việc điều tiết nước của nhà máy thủy điện Hòa Bình. Biên độ dao động mực nước sông thường rất lớn và đặc biệt tốc độ thay đổi mực nước rất cao.

- Thực tế trên đoạn sông này hiện tượng xói lở bờ sông luôn xảy ra và có diễn biến rất phức tạp, có những nơi sạt lở rất nghiêm trọng

- Đây là khu vực có nhiều công trình kinh tế - xã hội quan trọng và các cụm dân cư lớn như TP. Việt Trì, tuyến đê hữu Hồng bảo vệ Hà Nội... Do tính chất quan trọng của khu vực, nhiều công trình chống xói lở bờ sông như hệ thống kè được thi công ở nhiều nơi đã góp phần không nhỏ làm cho dòng chảy biến động hết sức phức tạp kéo theo nó là quá trình bồi lở bờ.

2. *Khu vực nguy cơ xói lở mạnh gồm:* đoạn hạ lưu sông Đà, đoạn trung lưu sông Thao, phần hạ lưu sông Lô.

Một số đặc trưng cơ bản của các đoạn sông này như sau:

- Đây là những đoạn sông phát triển trên những vùng trung du, là nơi chuyển tiếp từ địa hình đồi núi sang địa hình đồng bằng. Hình thái dòng chảy có những thay đổi mạnh từ chảy thẳng sang chảy uốn khúc tạo nhiều khúc uốn, một số nơi dòng chảy chuyển hướng đột ngột. Nhiều khu vực có hướng dòng chảy xiên thậm chí gần vuông góc với bờ rất dễ gây xói lở.

- Lòng sông còn duy trì được độ dốc khá lớn nên tốc độ dòng chảy thường cao, lưu lượng lớn.

- Sông chịu ảnh hưởng mạnh của các hệ thống đứt gãy kiến tạo hiện đại, cấu trúc địa chất phức tạp làm dòng chảy của nó có nhiều biến động phức tạp (xem mô tả ở phần trên).

- Trên sông ở những đoạn này đã bắt đầu xuất hiện các bãi bồi dễ làm thay đổi dòng chảy gây xói lở bờ. Đường bờ sông khu vực này chủ yếu được cấu thành từ các trầm tích Đệ tứ bờ rời (phần lớn là đất cát pha, đất phù sa), gắn kết yếu dễ bị xói lở.

- Các hoạt động dân sinh diễn ra rất mạnh như khai thác cát sỏi, khai thác đất làm gạch ngói, giao thông đường thủy... cũng góp phần làm tăng nguy cơ xói lở.

3. Khu vực nguy cơ xói lở trung bình gồm: đoạn thượng lưu sông Thao, đoạn thượng lưu sông Lô, phần hạ lưu sông Cầu, đoạn hạ lưu sông Thương, đoạn hạ lưu sông Lục nam.

Một số đặc trưng cơ bản của các đoạn sông này như sau:

- Trên các sông Thao, Lô phần lớn sông chảy trên đá gốc, kết cấu rắn chắc. Sông Hồng có lòng sông chảy thẳng, ít các khúc uốn, bãi bồi rất hạn chế. Tuy sông có độ dốc lớn, vận tốc dòng chảy cao nhưng hiện tượng xói lở thường xảy ra ở những khu vực bãi bồi (kể cả cũ và mới), nhưng phần lớn các bãi bồi hẹp, do đó xói lở thường có quy mô không lớn. Tuy nhiên trên các đoạn sông này bờ sông thường rất dốc cần đề phòng hiện tượng trượt lở bờ sông trên các sườn dốc, đặc biệt ở những nơi dân cư hoặc có đường giao thông chạy sát bờ sông.

- Các sông, Cầu, Thương, Lục Nam nhìn chung có lưu lượng không lớn lắm, vận tốc dòng chảy thông thường không cao, lòng sông hẹp và nông, bãi bồi rất hạn chế. Hiện tượng xói lở bờ có thể xảy ra khi có lũ lớn, nhưng nhìn chung quy mô không lớn.

4. Khu vực nguy cơ xói lở yếu gồm:

Các sông Phó Đáy, sông Gâm, sông Bôi, phần thượng lưu của các sông Cầu, Thương, Lục nam, sông Mã v.v...

Các khu vực này sông chảy trên đá gốc, lòng sông hẹp và phần lớn mang tính chất các sông miền núi, lòng sông ít biến động. Tuy nhiên cần lưu ý hiện tượng sạt lở bờ liên quan với các trận lũ quét. Thông thường các khu vực này là các vùng núi nên phần lớn các sạt lở bờ sông ít gây hậu quả nghiêm trọng, ngoại trừ những trường hợp sạt lở ở những vùng dân cư hoặc đường giao thông.

**Bảng IV.1. Bảng tổng hợp phân vùng nguy cơ sạt lở bờ sông
 khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc**

Mức nguy cơ sạt lở	Đoạn sông					
	Thao	Đà	Lô	Cầu	Thương	Lục Nam
Rất mạnh	Khu vực hợp lưu Thao - Đà - Lô					
Mạnh	Hợp lưu Thao - Đà đến Hạ Hòa	Từ hạ lưu đập Hòa Bình đến hợp lưu Thao - Đà	Từ hợp lưu Lô - Thao đến Trì Quận (Phù Ninh, Phú Thọ)			
Trung bình	Từ địa phận Yên Bái đến biên giới Việt - Trung		Từ Trì quận đến Hà Giang	Từ hợp lưu với sông Lục Nam đến TP. Thái Nguyên	Đoạn chảy trên địa phận tỉnh Bắc Giang	Từ Chũ đến Phả Lại
Yếu	Sông Phó Đáy; sông Gâm; sông Bôi; phần thượng lưu sông Cầu, Thương, Lục Nam, sông Mã...					

IV.3. Kết quả phân vùng nguy cơ trượt lở khu vực mép nước hồ Hòa Bình

Về cơ bản, phần vùng nguy cơ sạt lở khu vực mép nước hồ Hòa Bình cũng tuân thủ các nguyên tắc và dựa vào các phương pháp đã mô tả ở trên có tính đến những đặc thù của nó. Nguy cơ sạt lở khu vực mép nước lòng hồ Hòa Bình được chia thành ba cấp độ: mạnh, trung bình và yếu, chi tiết cho từng đoạn lòng hồ (H.IV.2).

a - Khu vực nguy cơ trượt lở mạnh.

Khu vực nguy cơ trượt lở mạnh vùng trung lưu là các khu vực Suối Rút - Chợ Bờ, Vạn Yên, Tạ Khoa, v.v...

Những đặc điểm cơ bản của các khu vực có nguy cơ sạt lở mạnh như sau:

- Đây là các khu vực có diễn biến sạt lở phức tạp với quy mô khác nhau, trong đó hiện tượng sạt lở lớn chiếm một số lượng đáng kể, diễn biến liên tục xảy ra hàng năm, tồn tại nhiều các khối trượt cổ.

- Sườn bờ thường có độ dốc lớn hơn 25° . Kết quả nghiên cứu về diễn biến sạt lở cho thấy ở các khu vực này, mật độ tập trung cao, số lượng các vụ quy mô lớn thường chiếm tỉ lệ khoảng 50- 60% tổng số vụ sạt lở trong năm.

- Bờ sông là các bãi bồi Đệ tứ hoặc là các đá có mức độ phong hoá mạnh thuộc hệ tầng Tạ Khoa (D_{1-2} tk), hệ tầng Mường Trai (T_{2-3} mt), hệ tầng Suối Bàng (T_3 sb), v.v... với lớp phong hoá dày từ 15- 25m, đất đá dễ bão hoà nước, tính chất cơ lý biểu hiện khả năng kháng trượt kém.

- Một số khu vực nằm trên hai đới đứt gãy lớn đang hoạt động hoặc là nơi giao nhau của chúng với mật độ đứt gãy lớn. Biểu hiện chuyển động hiện đại của các đới đứt gãy lớn thể hiện mạnh và rất mạnh. Nằm trong phạm vi các đới đứt gãy này, đất đá bị cà nát, tạo nên một đới xung yếu, kém bền vững tại dễ bị xói lở, trôi trượt..

- Động lực sóng hồ và dòng chảy là các yếu tố thể hiện vai trò rõ rệt. Sóng hồ thúc đẩy hiện tượng sạt lở tại các khu vực Vạn Yên, Suối Rút- Chợ Bờ, v.v... Động lực dòng chảy gây áp lực sạt lở bờ vùng thượng lưu: Tạ Bú và Tạ Khoa, Quỳnh Nhai, Nậm Ty, Lai Châu và vùng hạ lưu đập tại thị xã Hoà Bình, đặc biệt ở những khu vực có độ uốn khúc lớn.

- Khai thác đất đai sử dụng cho mục đích nông nghiệp một cách bừa bãi. Hoạt động dân sinh trong các khu vực nguy cơ sạt lở mạnh đang làm biến đổi mạnh mẽ lên các sườn dốc địa hình. Đất canh tác nông nghiệp và đất trồng đồi núi trọc chiếm tỉ lệ cao. Độ che phủ rừng nhỏ hơn 5%.

b - Khu vực nguy cơ sạt lở trung bình.

Khu vực có tiềm năng sạt lở trung bình ở vùng thượng lưu và đầu hồ Hoà Bình. Những đặc điểm rõ nét nhất có thể thấy như sau:

- Phần lớn hiện tượng sạt lở xảy ra với quy mô trung bình và nhỏ chiếm tới 50 - 70%. Diễn biến sạt lở không xảy ra liên tục, ít hoặc không xảy ra các vụ sạt lở lớn trong nhiều năm.

- Bờ sông cấu tạo bởi đá cứng, nửa cứng, có mức độ phong hoá trung bình với bề dày lớp vỏ phong hoá nhỏ.

- Động lực sóng và dòng chảy không lớn.

- Độ dốc sườn chủ yếu thay đổi từ 15 - 25° ít khi lớn hơn.

- Khu vực ít chịu ảnh hưởng của hoạt động đới đứt gãy hiện đại.

- Khai thác sử dụng hợp lý đất nông nghiệp có xen kẽ việc nuôi trồng bảo vệ rừng. Độ che phủ rừng từ 18- 30%.

c - Khu vực có nguy cơ sạt lở yếu

Khu vực có nguy cơ sạt lở yếu tập trung ở các khu vực thuộc đoạn từ Vạn Yên đến đập Hoà Bình. Khu vực nguy cơ sạt lở yếu đặc trưng bởi các yếu tố tác nhân sạt lở thể hiện ở mức độ thấp. Đây là nơi hiện tượng sạt lở ít xảy ra trong nhiều năm, thậm chí có nơi không có biểu hiện. Hiện tượng sạt lở chỉ xảy ra ở mức nhỏ về quy mô, thấp về mật độ.

Chương V

MỘT SỐ GIẢI PHÁP

PHÒNG TRÁNH GIẢM NHẸ THIẾT HẠI TAI BIẾN SẠT LỞ BỜ SÔNG KHU VỰC CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC

Để ngăn ngừa thiệt hại do tai biến sạt lở bờ sông, hàng loạt các giải pháp đã được đề xuất và áp dụng, chúng gồm các giải pháp công trình và phi công trình, trong đó các giải pháp công trình như xây kè các loại, trồng cây chắn sóng đã trở thành các phương pháp truyền thống và được sử dụng rộng rãi... Chúng được đặc biệt quan tâm, trước hết vì tính hiệu quả của nó. Đây là các giải pháp trực tiếp ngăn chặn các hoạt động xói lở bờ sông và các ảnh hưởng của nó. Tuy nhiên tác động của các giải pháp này thường mang tính hai mặt. Ngoài tính tích cực, chúng còn có thể gây ra những hậu quả ngoài mong muốn như làm đổi dòng chảy dẫn đến xói lở ở các khu vực lân cận. Gần đây các giải pháp tổng thể mang tính chiến lược đang ngày càng được quan tâm. Các giải pháp có tính chiến lược, trước hết là công tác quản lý, thuộc nhóm giải pháp phi công trình là các giải pháp gián tiếp nhằm ngăn ngừa các nguyên nhân gây ra các tai biến. Do đó nó có tác dụng lâu dài và có thể phòng ngừa một cách cơ bản các tai biến.

Vì vậy, muốn phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại do các tai biến thiên nhiên nói chung và hiện tượng sạt lở bờ sông nói riêng một cách hữu hiệu cần có các giải pháp tổng thể, đồng bộ, kết hợp chặt chẽ giữa các giải pháp kỹ thuật và chiến lược lâu dài.

IV.1. Nhóm giải pháp phi công trình thực chất là chiến lược quản lý và sử dụng hợp lý lãnh thổ. Đây là công việc đặc biệt quan trọng nhằm khắc phục các nguyên nhân gây ra các tai biến và giảm tối đa các tác động tiêu cực

của các hoạt động của con người đến môi trường. Nó bao gồm các nội dung chính sau:

IV.1.1. Quy hoạch sử dụng đất hợp lý

Đất ven sông là những vùng đất rất quan trọng trong đời sống kinh tế - xã hội, nhưng lại là những vùng rất nhạy cảm, dễ bị tác động bởi hiện tượng xói lở bờ. Thực tế cho thấy việc lấn chiếm đất bãi bồi ven sông làm đất ở, hoặc sự thiếu tính toán trong xây dựng các công trình kinh tế - xã hội trên đất ven sông đã xảy ra ở nhiều nơi. Cần phải có quy hoạch khoa học và hợp lý đất ven sông theo hướng ưu tiên cho đất canh tác, không nên cho dân tự ý làm nhà ở, cũng như xây dựng các công trình kinh tế - xã hội trên đất bãi vì khi những vùng đất này bị biến động (ngập lụt, sạt lở) hậu quả sẽ rất nặng nề, thiệt hại càng lớn và khắc phục chúng sẽ rất khó khăn. Đối với một số khu vực dân cư ven sông bị sạt lở và nằm trong những vùng có nguy cơ sạt lở mạnh cần tính đến phương án di dời tích cực như khu vực Tân Đức (Ba Vì, Hà Tây), nghĩa là chủ động di dời các hộ dân bị đe dọa trực tiếp ra khỏi vùng nguy hiểm. Tuy công việc này hoàn toàn không đơn giản cả về mặt kinh tế lẫn xã hội, nhưng là một trong những biện pháp phòng chống tích cực, có hiệu quả. Để làm được việc này trước hết cần phải có những thay đổi trong nhận thức của các cấp chính quyền cũng như trong nhân dân.

IV.1.2. Quản lý khai thác khoáng sản và vật liệu xây dựng

Thực tế đã cho thấy việc khai thác khoáng sản (vàng, cát sỏi xây dựng, sét gạch ngói) có ảnh hưởng lớn gây ra sạt lở bờ sông ở nhiều nơi. Do thiếu hiểu biết về quy luật biến động ngang của dòng chảy sông Hồng, con người đã vô tình tạo nên sự gia tăng áp lực của dòng chảy hướng xiên hoặc ép sát bờ sông. Đó là nguyên nhân góp phần gây xuất hiện trượt lở bờ sông ở một số khu vực.

Để hạn chế tình trạng này trong khi nhu cầu vật liệu xây dựng đòi hỏi lớn ở các địa phương, cần thiết phải thực hiện một số nội dung sau:

- Quy hoạch các khu vực khai thác trên cơ sở nghiên cứu chi tiết về động lực dòng chảy, hướng dòng chảy, có thể kết hợp việc khai thác với việc nắn chỉnh dòng ở những nơi cần thiết.
- Hiện tại, chỉ nên tập trung khai thác cát, sỏi ở các khu vực an toàn, lòng dẫn nằm xa bờ, các bãi bồi nổi giữa sông, các khu vực có xu thế phát triển bồi tích.
- Quản lý chặt chẽ việc khai thác cát sỏi, đất làm gạch ngói không để ảnh hưởng đến dòng chảy và an toàn của bờ sông. Cần sớm chấm dứt tình trạng khai thác bừa bãi, tự phát như hiện nay.

IV.1.3. Quản lý xã hội.

Tăng cường giáo dục cộng đồng nâng cao nhận thức và ý thức tự giác cho người dân trong công tác phòng chống tai biến thiên nhiên và bảo vệ môi trường, làm cho việc bảo vệ môi trường thực sự trở thành sự nghiệp của toàn dân. Quản lý các hoạt động của con người nhằm giảm tối đa các ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường.

VI.2.2. Nhóm giải pháp công trình

Các biện pháp công trình trong phòng chống xói lở bờ sông là các giải pháp rất cần thiết, trong nhiều trường hợp là duy nhất nhằm ngăn chặn xói lở, bảo vệ bờ và các công trình kinh tế - xã hội. Các giải pháp công trình gồm hai nhóm chính: nhóm các giải pháp chỉnh trị dòng chảy và nhóm các biện pháp tăng cường độ bền vững của bờ sông. Tuy nhiên, việc lựa chọn giải pháp kỹ thuật phải được cân nhắc xem xét một cách kỹ lưỡng trên cơ sở nghiên cứu chi tiết đặc điểm điều kiện tự nhiên khu vực định triển khai, đối tượng cần bảo

vệ nhằm đạt hiệu quả cao, đồng thời hạn chế tối đa các tác động tiêu cực do công trình gây ra. Dưới đây là một số giải pháp kỹ thuật thường được áp dụng trong phòng, chống xói lở bờ sông.

a) *Các giải pháp công trình chỉnh trị dòng chảy* là các giải pháp áp dụng nhằm mục đích hạn chế hoặc loại trừ ảnh hưởng của động lực dòng nước gây xói lở bờ, chúng bao gồm: kênh phân dòng, loại bỏ vật cản dòng chảy.

- Kênh phân dòng là giải pháp giảm thiểu động lực dòng chảy ở khu vực đang diễn ra xói lở bằng cách hướng dòng chảy ra khỏi khu vực đó. Để thực hiện mục đích đó có thể tiến hành mở thêm kênh điều tiết lưu lượng lớn ở dòng chủ lưu.

- Loại bỏ các vật cản dòng chảy. Dọc lòng sông ở một số khu vực tồn tại các bãi bồi giữa sông ở các độ cao từ 0,5- 1m . Trong trường hợp nếu bờ đối diện bị xói lở mạnh thì cần thiết phải tiến hành loại bớt diện tích của những bãi bồi này. Việc này có thể thực hiện kết hợp với việc khai thác cát sỏi xây dựng trên lòng sông hiện nay.

- Nạo vét khơi thông luồng lạch cũng là biện pháp nhằm phân tách động lực dòng chảy để hạn chế ảnh hưởng gây xói lở bờ do sự tập trung của nó vào vị trí bờ nhất định.

b) *Các giải pháp tăng cường độ bền vững bờ sông* bao gồm một số giải pháp như sửa hình dáng bờ và các công trình kè bảo vệ bờ.

1. Sửa hình dáng bờ

Giải pháp sửa hình dáng bờ được áp dụng trong hai trường hợp: sửa độ uốn cong bờ và sửa độ dốc bờ sông.

- Sửa độ uốn cong bờ được áp dụng đối với các đoạn bờ cong bất thường nhằm tạo nên sự mềm mại của bờ sông tránh được sự phá hoại bờ do các dòng chảy xiên hoặc xoáy vào bờ.

- Làm giảm độ dốc bờ sẽ làm giảm bớt tải trọng của đất đá cấu tạo bờ có độ gắn kết yếu hoặc mềm bở khi bão hoà nước. Tại những đoạn bờ có độ dốc lớn (50° - 60° trở lên) cần tiến hành đánh cấp mặt bờ theo kiểu bậc thang tạo cho bề mặt bờ nghiêng thoải hơn.

2. Xây dựng công trình kè bảo vệ bờ sông

Ở những khu vực thường xuyên bị xói lở, hoặc có khả năng bị xói lở mạnh, hoặc trực tiếp đe dọa các công trình kinh tế - xã hội cần thiết phải áp dụng công trình kè bờ. Đây là các giải pháp trực tiếp chống xói lở một cách hiệu quả nhất. Dưới đây là một số dạng kè phổ biến thường được áp dụng hiện nay.

2.a. Kè lát mái là biện pháp nhằm tăng cường độ bền vững của bờ sông, bao gồm các loại chính:

- Kè đá xếp: là biện pháp kè bằng đá không sử dụng vật liệu gắn kết. Cách triển khai như sau: đá được thả dưới chân mái dốc để tránh xói chân, bề mặt bờ dốc trên mép nước đá được xếp ghép bằng tay để bảo vệ bề mặt không bị xói lở.

- Kè đá xây: tiến hành tương tự như biện pháp nêu trên. Phần mái bờ trên mặt nước sử dụng xi măng gắn kết các tảng đá lại với nhau.

- Kè rọ đá (thường gọi là thảm rọ đá): các rọ thường có dạng khối chữ nhật đan bằng lưới thép mạ kẽm 10 - 20cm được chứa đầy đá. Các rọ đá được sắp xếp tương tự như kè đá đã trình bày ở trên và liên kết giữa chúng với nhau

bằng các mối buộc dây thép. Rọ thép có thể trải theo độ dốc cả ở trên và dưới mép nước. Biện pháp này hiện đang được sử dụng rộng rãi.

- Bao cát và bao cát trộn xi măng thường chỉ sử dụng trong các tình huống khẩn cấp vì khả năng thi công nhanh nhưng lại không bền do vật liệu tạo bao kém bền vững. Để tạo ra kết cấu bền vững cho các bao cát thông thường người ta hay sử dụng loại cát trộn xi măng. Tính ưu việt là ở chỗ trong môi trường nước vật liệu sẽ đông kết tạo nên kết cấu bền vững. Đối với các khu vực có nguy cơ xuất hiện xói lở cao có thể sử dụng kết hợp các cọc tre, gỗ hoặc bê tông để neo giữ đá dệm bờ dốc.

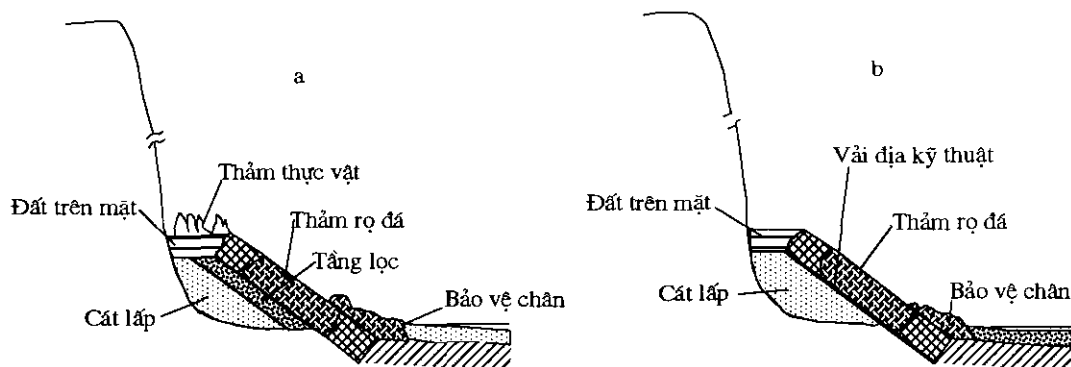
- Kè bằng tấm bê tông đúc sẵn: sử dụng cấu kiện bê tông đúc sẵn theo các kích thước và hình dáng khác nhau, có thể xếp liên kết với nhau bằng những khớp nối. Bằng biện pháp kè mái này có thể thành công nhanh và tạo bề mặt mái dốc bờ có độ bền vững cao.

- Kè thảm vải địa kỹ thuật: Vải bọc được sử dụng bằng vải địa kỹ thuật may thành dạng thảm kết cấu như kiểu chăn bông. Bên trong chứa cát, cát xi măng hoặc bê tông. Đây là biện pháp thi công kè hiện đại vừa nhanh lại hiệu quả nhưng giá thành còn khá cao và chưa được áp dụng ở nước ta.

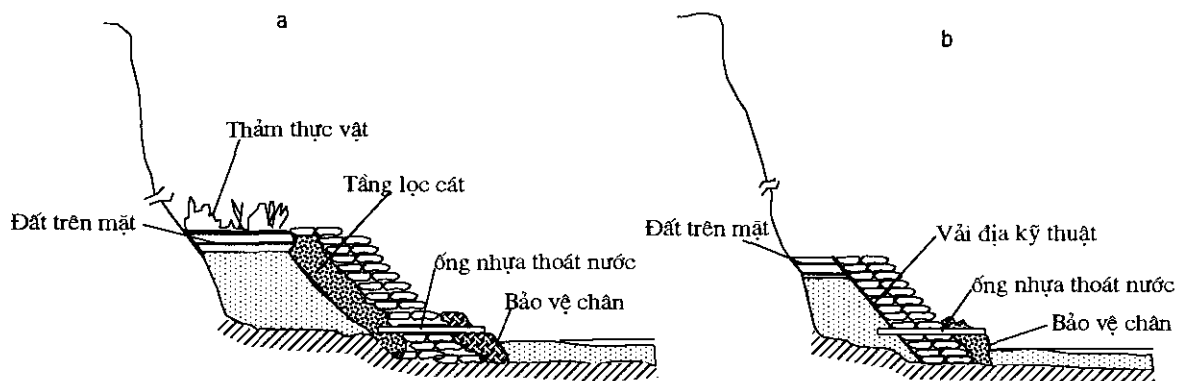
- Kè sử dụng các loại vật liệu phế thải: Biện pháp này thực hiện bằng cách sử dụng các vật liệu phế thải như: lốp ô tô hỏng, các tảng bê tông bỏ dở v.v... sắp xếp hoặc liên kết với nhau theo bờ mái dốc.

- Kè tre gỗ: Do vật liệu làm kè dễ kiếm, dễ huy động nên đây là biện pháp thông dụng để tổ chức thực hiện ở nhiều địa phương. Tuy nhiên độ bền vững các kè kém nên thường loại này chỉ nên áp dụng ở những khu vực dòng chảy yếu, sóng vỗ bờ không lớn trên các phạm vi bờ không dài hoặc trong các trường hợp cấp bách. Việc bổ trợ các cọc tre gỗ trong chống xói lở bờ thường được kết hợp với các vật liệu đơn giản sẵn có như phen tre nứa, đá hộc hoặc bao cát.

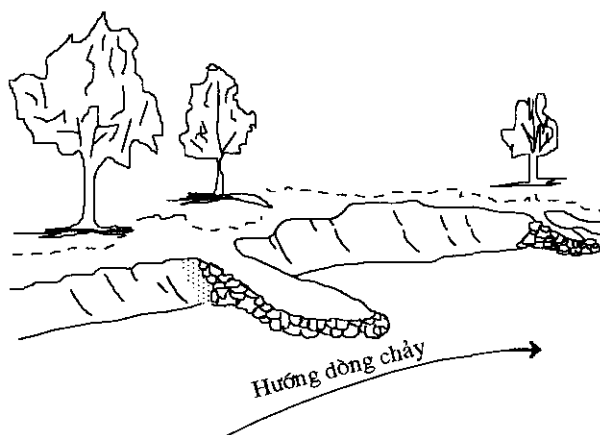
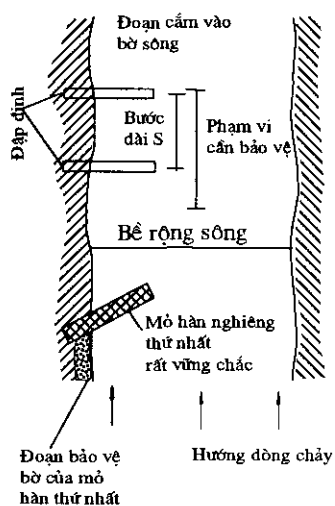
H.V.1. MẶT CẮT NGUYÊN TẮC CỦA MỘT SỐ LOẠI KÈ THƯỜNG DÙNG



Mặt cắt điển hình của kè lát mái bằng thảm rọ đá với tầng lọc cát sỏi (a), vải địa kỹ thuật (b)



Mặt cắt điển hình kè bao cát xi măng bảo vệ mái: Bê tông ướt bao nhựa (a), cát - xi măng khô bao giấy (b)



Kè mỏ hàn lõi đất và bao quanh bằng đá đổ

Kè mỏ hàn và bố trí kè mỏ hàn

2.b. *Kè chỉnh dòng* là biện pháp nhằm điều tiết, chỉnh hướng dòng chảy với mục đích giảm lưu tốc dòng chảy và hướng dòng chảy ra khỏi khu vực cần phải bảo vệ.

Kè chỉnh dòng bao gồm hai loại chính:

- Kè thấm nước: Bố trí kè cọc sắt kết hợp với lưới chắn, rỗng để nước thấm qua, làm giảm lưu tốc dòng chảy và làm tăng khả năng bồi lắng phù sa.
- Kè hướng dòng (kè mở hàn hay đập đỉnh). Có thể sử dụng các loại: Kè mở hàn đá đổ, kè mở hàn lõi đất, kè mở hàn rọ đá. Kè mở hàn có thể thiết lập dưới dạng đơn chiếc hoặc dưới dạng hệ thống tùy thuộc vào đoạn bờ cần phải bảo vệ dài hay ngắn. Hướng đặt kè có thể vuông góc hoặc xiên góc với hướng của dòng chảy.

Trong nhiều trường hợp người ta thường sử dụng kết hợp kè lát mái với kè mở hàn nhằm tăng hiệu quả của kè. Tuy nhiên, kè hướng dòng trong phần lớn các trường hợp thường dẫn đến tình trạng xói lở đoạn bờ đối diện về phía hạ lưu. Theo ý kiến chúng tôi, loại kè này không nên khuyến khích sử dụng. Mặt cắt nguyên tắc của một số loại kè thường dùng được trình bày trên hình V.1 (H.V.1).

Đối với tất cả các loại kè dẫn ra ở trên, khi thiết kế thi công cần phải lưu ý đến một số vấn đề chính dưới đây:

- Vật liệu làm kè (kích thước, chủng loại) phải phù hợp, có khả năng chịu nước, áp lực dòng chảy và sóng vỗ bờ, bảo đảm tuổi thọ tối đa.
- Bảo đảm kết cấu tầng lọc để lưu thông nước từ bờ ra sông tránh áp lực thủy tĩnh lên công trình dẫn tới sạt lở trôi trượt kè theo bờ mái.
- Độ cao của mái kè cần phải được tính toán cho các giá trị đỉnh lũ, thiết kế bờ mái phù hợp bảo đảm độ ổn định lâu dài của bờ dốc.

- Việc lựa chọn lợi kè phải căn cứ vào tình hình thực tế, khả năng tài chính, trình độ thi công, yêu cầu kỹ thuật cũng như mức độ quan trọng của khu vực cần bảo vệ.

Cần phải nhấn mạnh rằng, các giải pháp công trình đã và đang phát huy tốt tác dụng của chúng trong ngăn ngừa ảnh hưởng của các tai biến, nhưng cần thiết phải có các giải pháp tổng thể kết hợp giữa các giải pháp chiến lược và các giải pháp kỹ thuật. Cần có những thay đổi trong nhận thức, tránh tình trạng cục bộ địa phương, thi công các công trình kỹ thuật một cách tùy tiện, hoặc mạnh nơi nào nơi ấy làm vừa tốn kém lại có thể gây hậu quả xấu, đặc biệt là trong lựa chọn các công trình chống xói lở bờ sông để không làm phức tạp hóa các diễn biến của hiện tượng vốn đã phức tạp này.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

1. Sạt lở bờ sông đã thường xuyên xảy ra ở nhiều nơi, có nơi rất nghiêm trọng và vẫn đang có nhiều diễn biến phức tạp. Sạt lở bờ sông đã gây nhiều thiệt hại cho địa phương, làm mất đi hàng trăm hecta đất canh tác và đất ở, đe dọa an toàn của nhiều công trình kinh tế - xã hội và các khu dân cư, hàng trăm hộ dân đã phải di dời.

Nguyên nhân gây xói lở, trượt lở bờ sông, hồ rất đa dạng, thường là một tổ hợp các nguyên nhân khác nhau và có quan hệ tương hỗ lẫn nhau. Các nguyên nhân gây ra xói lở đáng chú ý nhất là: chế độ thủy văn phức tạp, động lực dòng chảy lớn, cấu trúc địa chất phức tạp, các phá hủy của đứt gãy kiến tạo, đất đá cấu tạo bờ sông là các trầm tích bờ rời, gắn kết yếu và các hoạt động của con người. Hiện tượng sạt lở cũng thường xuất hiện khi cường suất lũ xuống quá nhanh (mực nước rút rất nhanh). Đáng chú ý là sự điều tiết của nhà máy thủy điện Hoà Bình cũng gây những tác động tương tự làm cho diễn biến của tình trạng xói lở bờ sông ở khu vực hợp lưu Thao - Đà - Lô càng thêm phức tạp.

2. Hiện tượng xói lở bờ sông đã xảy ra trên tất cả các sông với quy mô và tính chất khác nhau. Tuy nhiên, trên từng đoạn sông mức độ và quy mô sạt lở bờ cũng rất khác nhau

- Ở phần thượng nguồn các sông thường có lòng hẹp, tương đối thẳng và phần lớn chảy trên đá gốc, ít bãi bồi, hoặc bãi bồi hẹp nên lòng dẫn ít biến động. Xói lở bờ sông ở phần này thường gắn liền với các trận lũ lớn, lũ quét, hoặc xói lở bờ sông kết hợp với trượt - lở đất trên các sườn dốc. Tuy mức độ xói lở không nghiêm trọng nhưng trong nhiều trường hợp có thể gây thiệt hại

đáng kể, đặc biệt đối với hệ thống giao thông. Sạt lở bờ sông thường xảy ra vào mùa mưa lũ (từ tháng 5 đến tháng 9).

- Ở phần hạ lưu lòng sông thường được mở rộng, nhiều khúc uốn, đặc biệt bờ sông thường là các bãi bồi được cấu thành từ các thành tạo bờ rời rất dễ bị rửa trôi. Hiện tượng xói lở rất khá phổ biến và thường có diễn biến phức tạp, trong nhiều trường hợp rất nghiêm trọng, gây những thiệt hại to lớn. Những đoạn sông có hiện tượng xói lở mạnh nhất là phần trung - hạ lưu sông Thao (từ Hạ Hòa đến Bạch Hạc), phần sông Đà từ hạ lưu đập Hòa Bình đến hợp lưu Thao - Đà, trong đó nghiêm trọng nhất là đoạn hợp lưu của ba sông Thao - Đà - Lô từ Hồng Đà đến Bạch Hạc. Khác với phần thượng lưu ở phần hạ lưu, xói lở bờ mạnh nhất thường xảy ra khi mực nước xấp xỉ mực nước tạo lòng, tức là khi mực nước chưa vượt hoặc xuống dưới bãi bồi cao (bãi già), đặc biệt khi mực nước lũ xuống khỏi bãi. Thực tế hiện tượng xói lở bờ sông thường xảy ra vào đầu (tháng 5, 6) và cuối mùa mưa lũ (tháng 10, 11).

3. Có thể phân vùng nguy cơ tai biến xói lở bờ sông khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc như sau:

- *Vùng có nguy cơ xói lở rất mạnh* là đoạn sông Thao từ xã Hồng Đà (Tam Nông, Phú Thọ) đến phường Bạch Hạc (TP. Việt Trì) - khu vực hợp lưu của ba sông Đà - Thao - Lô.

- *Vùng có nguy cơ xói lở mạnh* gồm đoạn sông Đà từ hạ lưu đập Hòa Bình đến hợp lưu Thao - Đà, đoạn sông Thao từ hợp lưu Thao - Đà đến Hạ Hòa (Phú Thọ), phần sông Lô từ hợp lưu Lô - Thao đến Vụ Quang (Đoan Hùng, Phú Thọ).

- *Khu vực nguy cơ xói lở trung bình* gồm đoạn sông Hồng từ địa phận Yên Bái đến biên giới Việt - Trung, đoạn sông Lô từ Vụ Quang (Đoan Hùng) đến Hà Giang, đoạn sông Cầu từ hợp với sông Lục Nam đến TP. Thái Nguyên,

đoạn sông Thương chảy trên địa bàn Bắc Giang, đoạn sông Lục nam từ Chũ đến Phả Lại.

- *Khu vực nguy cơ xói lở yếu gồm các sông Phó Đáy, sông Gâm, sông Bôi, phần thượng lưu của các sông Cầu, Thương, Lục nam, sông Mã v.v...*

4. Phần lớn những nơi bị xói lở mạnh đều đã được kè bảo vệ, làm cho bờ sông ở những nơi này tạm ổn định. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp việc kè bờ ở nơi này thường gây ra xói lở ở những đoạn lân cận khác, làm cho tình trạng xói lở bờ sông thêm phức tạp.

Kiến nghị

1. Trong phòng chống và giảm nhẹ thiệt hại do tai biến xói lở bờ sông cần phải có những giải pháp tổng thể kết hợp giữa các biện pháp công trình và công tác quản lý. Cần xây dựng một chiến lược lâu dài trong phòng chống tai biến địa chất, trong đó đặc biệt chú trọng các giải pháp ngăn ngừa từ xa.

2. Đối với những nơi xói lở bờ sông đang diễn ra mạnh mẽ, uy hiếp những công trình kinh tế - xã hội quan trọng như khu vực thành phố Việt Trì, cần tiến hành kè nhằm bảo vệ bờ sông, ngăn ngừa sạt lở. Tuy nhiên khi thực hiện các giải pháp công trình cần cân nhắc kỹ lưỡng các ảnh hưởng của nó tới các vùng lân cận. Trong điều kiện kinh tế hiện nay không nên làm kè tràn lan, tránh tình trạng mạnh nơi nào nơi ấy làm, đặc biệt hạn chế kè mở hàn nấn dòng.

3. Cần có kế hoạch chủ động di dời dân ra khỏi một số vùng nguy hiểm. Đối với những vùng đất bãi ven sông chỉ nên dùng vào mục đích canh tác, không dùng làm nơi định cư, tuyệt đối không xây dựng các công trình kinh tế - xã hội trên vùng đất bãi.

4. Đẩy mạnh công tác tuyên truyền, giáo dục nâng cao ý thức người dân trong bảo vệ môi trường nói chung và bảo vệ rừng nói riêng, ngăn chặn

hiệu quả việc phá rừng làm nương rẫy, khai thác vật liệu xây dựng bờ bãi dọc sông...

Tóm lại, xói lở bờ sông có nhiều diễn biến phức tạp. Việc phòng chống các tai biến trên là một vấn đề phức tạp đòi hỏi có sự đầu tư thích đáng và nỗ lực của toàn xã hội. Với cách nhìn và nhận thức đúng đắn về các tai biến trên, chắc chắn công việc phòng chống và giảm nhẹ thiệt hại do chúng gây nên sẽ đạt được những kết quả tốt và sẽ mang lại hiệu quả kinh tế - xã hội lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo khoa học Hội thảo khoa học về phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường lưu vực sông Hồng- sông Nguyên. Hà Nội- 3/1998.
2. Báo cáo Điều tra Địa chất đô thị vùng đô thị Việt Trì. Liên đoàn ĐCTV-ĐCCT miền Bắc. Trung tâm Lưu trữ và Thông tin tư liệu địa chất Cục địa chất VN. Hà Nội. 1997 Trần Minh (chủ biên),
3. "Điều tra đánh giá hiện tượng trượt lở nguy hiểm và kiến nghị các giải pháp phòng tránh giảm nhẹ thiệt hại ở một số vùng trọng điểm thuộc tỉnh Lào Cai". Báo cáo tổng kết đề tài KHCN tỉnh Lào Cai. Sở KH&MT Lào Cai, 2000. Chủ biên Nguyễn Trọng Yên.
4. "Đánh giá tổng quan hiện trạng khai thác nước các tỉnh miền núi phía Bắc đề xuất định hướng quy hoạch khai thác sử dụng và bảo vệ hợp lý". Báo cáo tổng kết đề tài KH&MT. Bộ môn Địa chất thủy văn, trường Đại học Mỏ-Địa chất, Hà Nội. 1998.
5. Địa chất Việt Nam, tập I. Địa tầng, 1988. Tổng cục Mỏ và Địa chất VN, NXB KH&KT, Hà Nội.
6. Địa chất Việt Nam, tập II. Các thành tạo magma, 1995. Cục Địa chất Việt Nam, NXB KH&KT, Hà Nội.
7. "Nghiên cứu dự báo phòng chống sạt lở bờ sông Hồng, sông Thái Bình" (báo cáo tóm tắt), Hà Nội. 2001. Chủ biên Trần Xuân Thái.
8. "Nghiên cứu đánh giá các tai biến địa chất và ảnh hưởng của chúng ở khu vực ven sông Hồng thuộc các tỉnh Phú Thọ, Vĩnh Phúc, Hà Tây". Báo cáo tổng kết đề tài KH&MT TTKHTN&CNQG. Viện địa chất. Hà Nội, 2001. Chủ biên Phạm Tích Xuân.

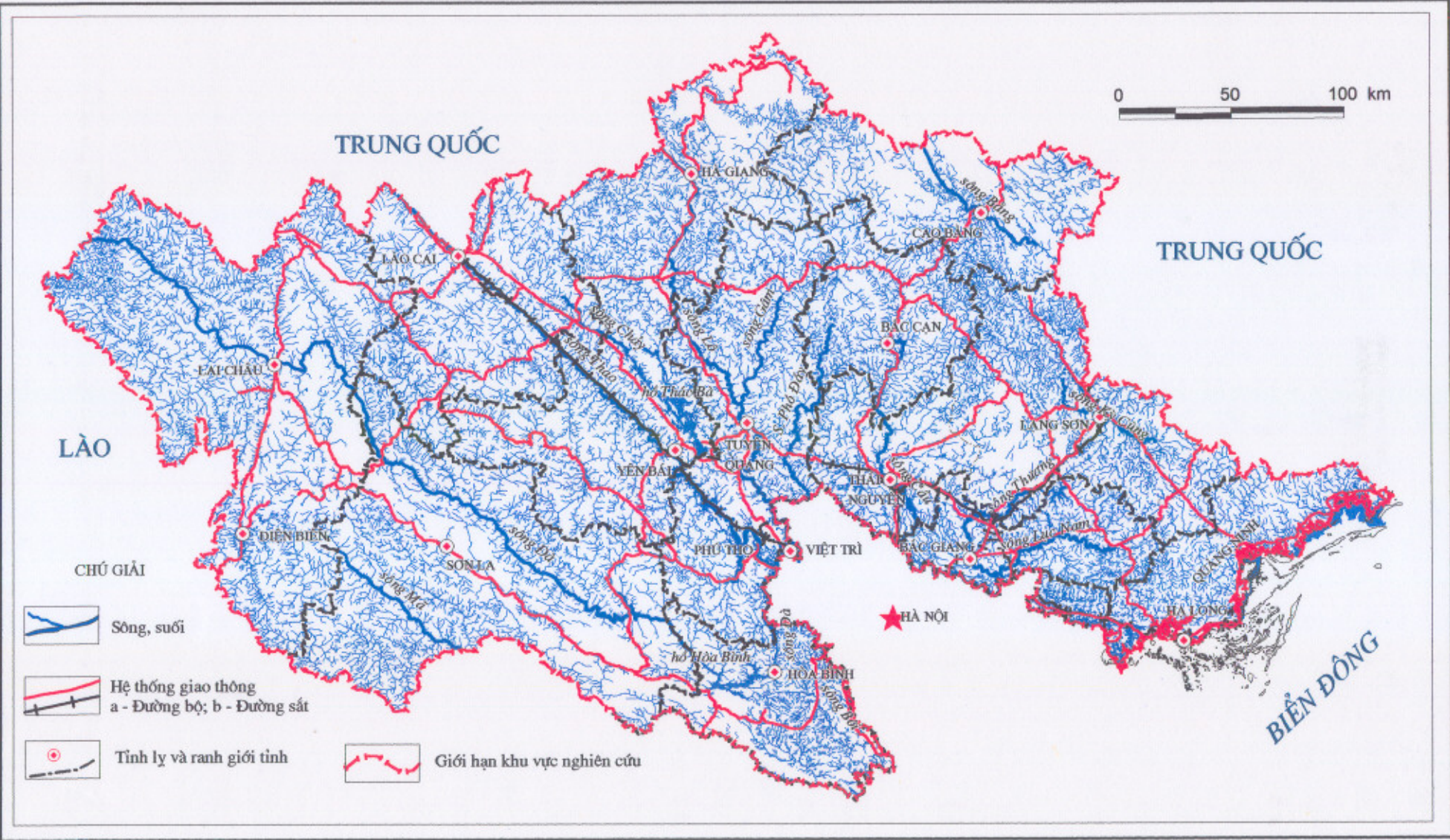
9. “Nghiên cứu đánh giá tai biến trượt lở khu vực mép nước hồ Hoà Bình; đề xuất các giải pháp phòng tránh”. Báo cáo tổng kết đề tài KH-CN TTKHTN&CNQG. Viện Địa chất. Hà Nội. 1999. Chủ biên: Trần Trọng Huệ.
10. “Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất lãnh thổ Việt Nam và các phương pháp phòng chống (Giai đoạn I - Các tỉnh Bắc Trung Bộ)”. Báo cáo tổng kết đề tài KH-CN cấp nhà nước. Viện Địa chất, 2001. Chủ biên: Trần Trọng Huệ.
11. “Nghiên cứu khảo sát tình hình sạt lở bờ vớ sông và đề xuất giải pháp chỉnh trị trên địa bàn tỉnh Phú Thọ”. Báo cáo tổng kết đề tài KH-CN của Sở NN&PTNT Phú Thọ, 2000.
12. “Chuyển động hiện đại và sự hình thành khe nứt hiện đại trũng sông Hồng”. Báo cáo tổng kết đề tài Nhà nước 48.02.08. Viện Các Khoa học về Trái đất - VKHVN, Hà Nội. 1985. Chủ biên Nguyễn Trọng Yêm.
13. Lê Đức An, 1990. Vài đặc điểm Tân kiến tạo bán đảo Đông Dương (trên cơ sở nghiên cứu địa hình). Các Khoa học về Trái đất, 12(2), tr. 74-78.
14. Vũ Văn Chính, Nguyễn Đình Tú, Nguyễn Quốc Cường, Bùi Văn Thơm., 1982. Một số biểu hiện về chuyển động kiến tạo của đới đứt gãy sâu Sông Hồng trong Kainozoi. Trái đất, tr. 129 - 136.
15. Vũ Văn Chính, 2002. Đặc điểm đứt gãy Tân kiến tạo vùng Đông Bắc Việt Nam. Luận án tiến sĩ, Viện Địa chất, Hà Nội.
16. Nguyễn Văn Hùng, 2002. Những đặc điểm cơ bản đứt gãy Tân kiến tạo Tây Bắc Việt Nam. Luận án Tiến sĩ, Viện Địa chất, Hà Nội.
17. Nguyễn Xuân Huyền, 1996. Đặc điểm trầm tích và điều kiện tích tụ trầm tích Kainozoi hạ thung lũng Sông Hồng- Lô- Chảy. Địa chất- Tài nguyên, tập 1. NXB KH&KT, Hà Nội

18. V. Đ. Lomtadze "Địa chất động lực công trình" bản dịch của GS.TSKH Phạm Xuân. Hà Nội. 1997.
19. Trần Đức Lương, Nguyễn Xuân Bao và nnk, 1992. Bản đồ Địa chất Việt Nam, tỉ lệ 1: 500.000". Cục Địa chất Việt Nam.
20. Phùng Văn Phách, Nguyễn Trọng Yêm, Vũ Văn Chính, 1996. Hoàn cảnh địa động lực Tân kiến tạo - Hiện đại lãnh thổ Việt Nam. Địa chất Tài nguyên, T.I, tr. 101 - 111.
21. Tapponnier P., Peltzer G., Le Dain A. Y., Armijo R., 1982. Propagating extrusion tectonics in Asia: New insights from simple experiments with plasticine. *Geology*, 10, 611 - 616, Paris.
22. Taylor B. and Hayes D. E., 1983. Origin and history of the South China Sea Basin, *The Tectonic and Geologic Evolution of Southeast Asian Seas and Islands. Part 2*, Geophys. Monogr. Ser. Edited by D. E. Hayes, 27: 23 - 56. AGU, Washington, D. C.
23. Lê Thông (chủ biên), 2001. Địa lý kinh tế - xã hội Việt Nam. NXB Giáo Dục, Hà Nội. 591tr.
24. Lê Thông (chủ biên), 2003. Địa lý các tỉnh và thành phố Việt Nam. T.II. Các tỉnh vùng Đông Bắc. NXB Giáo Dục. Hà Nội. 380tr.
25. Lê Thông (chủ biên), 2003. Địa lý các tỉnh và thành phố Việt Nam. T.III. Các tỉnh vùng Tây Bắc và vùng Bắc Trung Bộ. NXB Giáo Dục. Hà Nội. 400tr.
26. Tạ Trọng Thắng, 1986. Đặc điểm kiến tạo Mezozoi phần phía bắc lãnh thổ Việt Nam. Tóm tắt luận án phó tiến sĩ khoa học Địa lý - Địa chất, chuyên ngành Địa kiến tạo, Trường Đại học Tổng hợp Quốc gia Hà Nội.
27. Trần Văn Thắng, 1988. Một số đặc điểm kiến tạo đứt gãy vùng Đông Bắc Việt Nam. Luận án phó tiến sĩ, Viện các khoa học về Trái đất, Hà Nội.

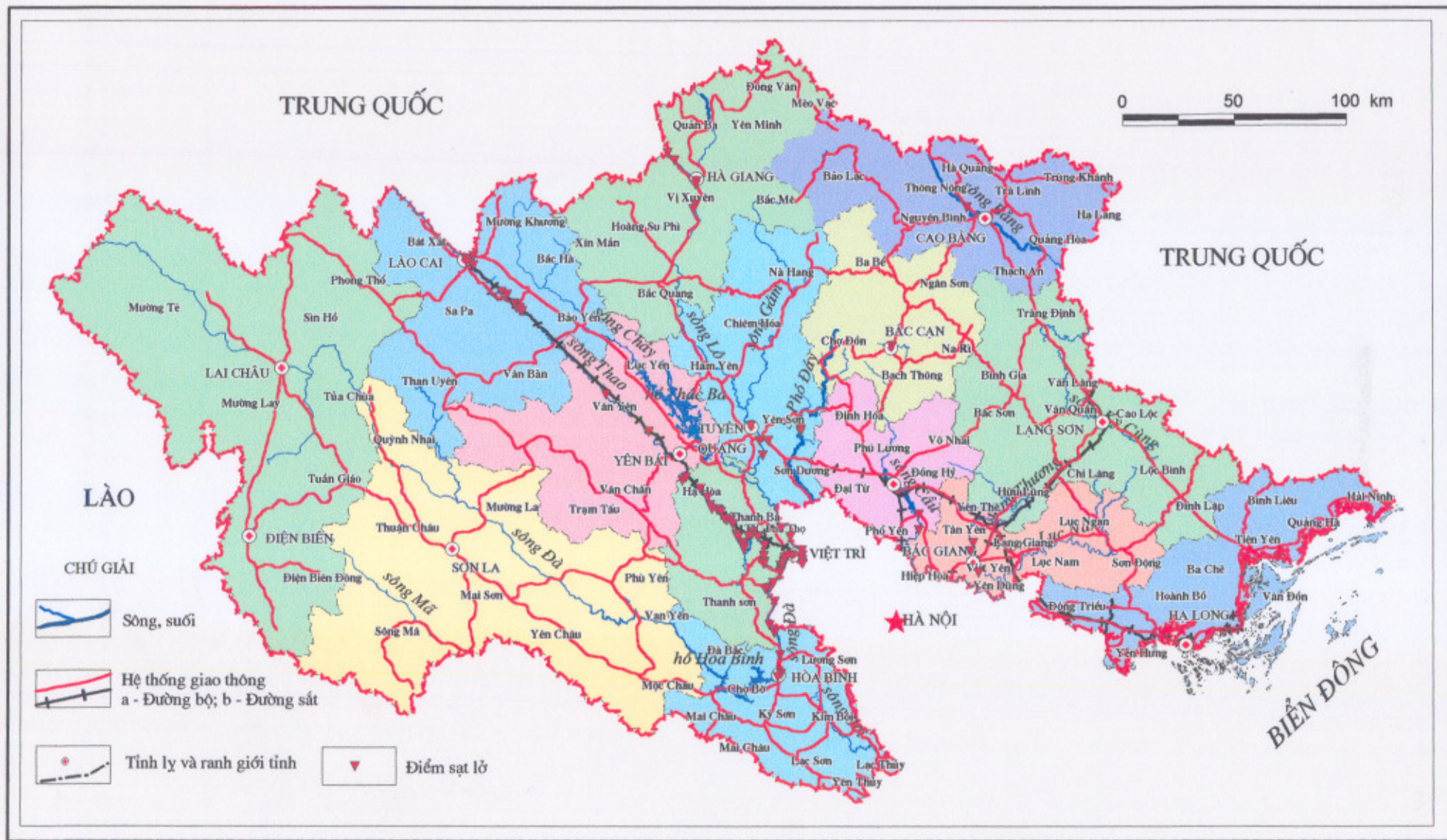
28. Trần Văn Trị và nnk, 1977. Địa chất Việt Nam - phần miền Bắc. Nxb. KH và KT, Hà Nội.
29. Ngô Quang Toàn và nnk., 1999. Vở phong hoá và Trầm tích Đệ tứ Việt Nam. Thuyết minh bản đồ tỷ lệ 1: 1.000.000. Liên đoàn BĐĐC miền Bắc. Hà Nội.
30. Phạm Quang Trung, Đỗ Bạt, Nguyễn Quốc An, Đặng Vũ Khôi, Đỗ Việt Hiếu, 1999. Tài liệu bào tử phấn hoa mới trong hệ tầng Đồng Ho. Dầu khí, (3), tr. 2 - 8.
31. Phạm Quang Trung, Phan Huy Quỳnh, Đỗ Bạt, Nguyễn Quốc An, Đặng Vũ Khôi, Đỗ Việt Hiếu, Nguyễn Ngọc, 2000. Tài liệu mới về bào tử phấn hoa trong hệ tầng Nà Dương. Dầu khí, (7), tr 18 - 27.
32. Phạm Quang Trung, Phan Huy Quỳnh, Đỗ Bạt, Nguyễn Quốc An, Đặng Vũ Khôi, Đỗ Việt Hiếu, Nguyễn Đình Dĩ, Nguyễn Ngọc, 2000. Tài liệu bào tử phấn hoa mới trong hệ tầng Rinh Chùa (Lạng Sơn). *Hội nghị KHCN 2000 "Ngành Dầu khí Việt Nam trước thềm thế kỷ 21"*, 1, tr. 240 - 247.
33. Phạm Quang Trung et al., 1999. New palynologic discoveries in tertiary semiments in northern Song Hong basin and adjacent areas. *Geology and Petroleum in Vietnam*, Hanoi, p68 - 81.
34. Trần Tuất, Trần Thanh Xuân, Nguyễn Đức Nhật, 1987. Địa lý thuỷ văn sông ngòi Việt Nam. Nxb. KHKT, Hà Nội
35. Nguyễn Đình Xuyên, Nguyễn Ngọc Thủy, 1997. Tính động đất và độ nguy hiểm động đất trên lãnh thổ Việt Nam. *Thành tựu nghiên cứu Vật lý địa cầu 1987 - 1997*, tr. 34 - 91.
36. Nguyễn Trọng Yêm, 1991. Trường ứng suất Tân kiến tạo trung Sông Hồng. *Địa chất Tài nguyên*, Hà Nội, tr.19 - 23.

37. Nguyễn Trọng Yên, 1991. Đặc điểm chủ yếu của địa động lực hiện đại lãnh thổ miền Bắc Việt Nam. *Địa chất Tài nguyên*, Hà Nội, tr. 7 - 10.
38. Nguyễn Trọng Yên, 1996. Các chế độ trường ứng suất kiến tạo trong Kainozoi ở lãnh thổ Việt Nam. *Địa chất, loạt A*, (236), tr. 1 - 6.

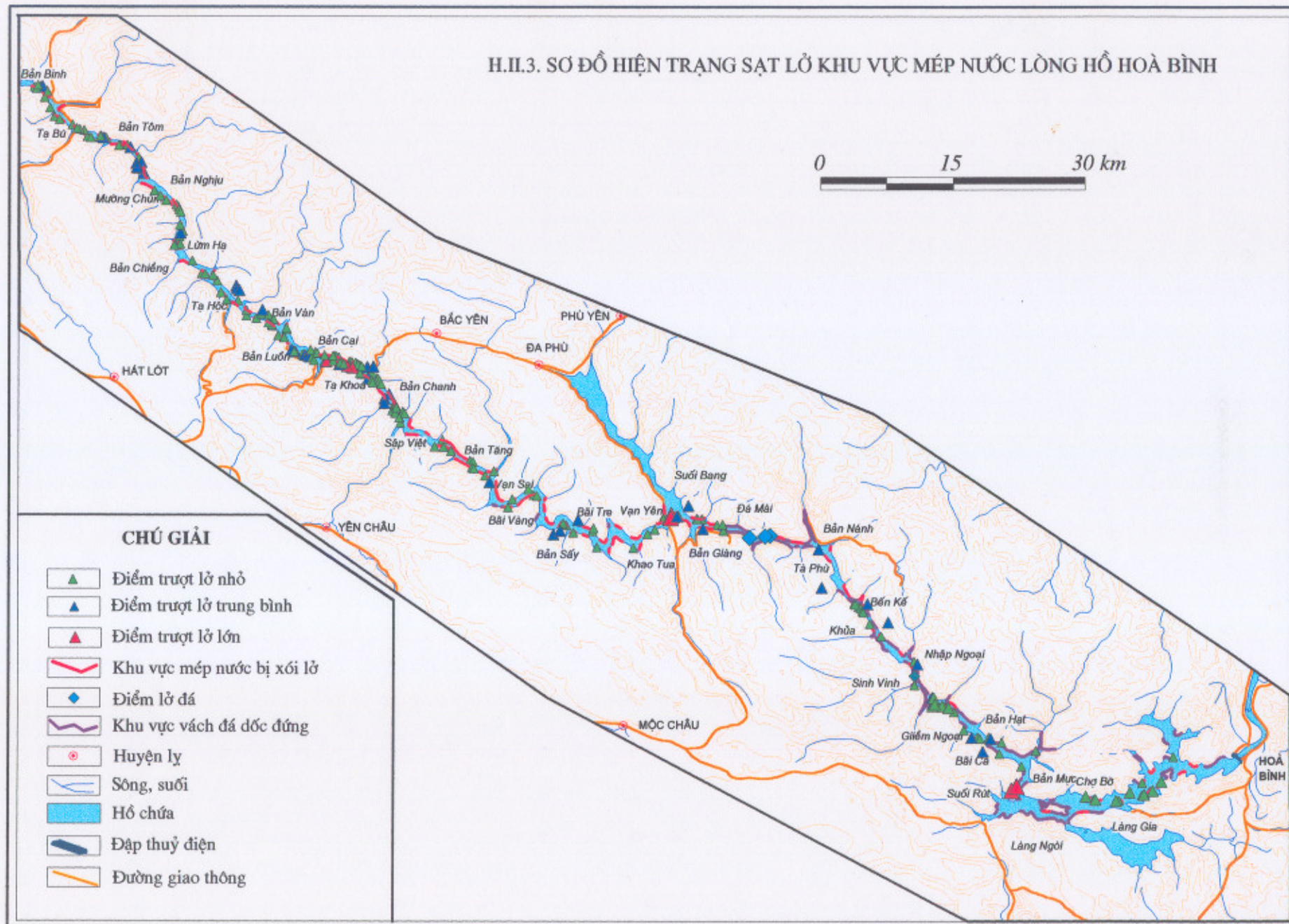
H.1.2. BẢN ĐỒ MANG LƯỚI THỦY VĂN CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC

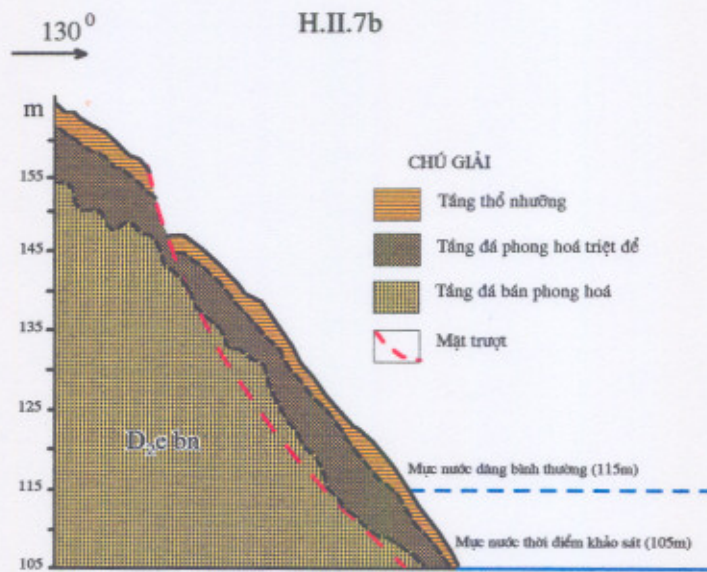
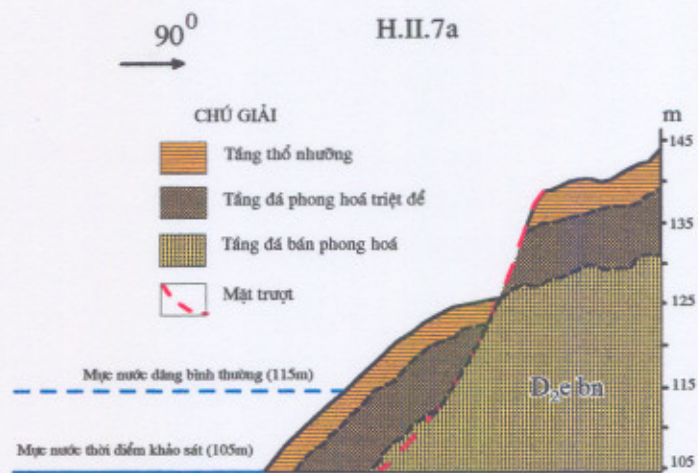


H.1.1. BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG SẠT LỬ BỜ SÔNG CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC



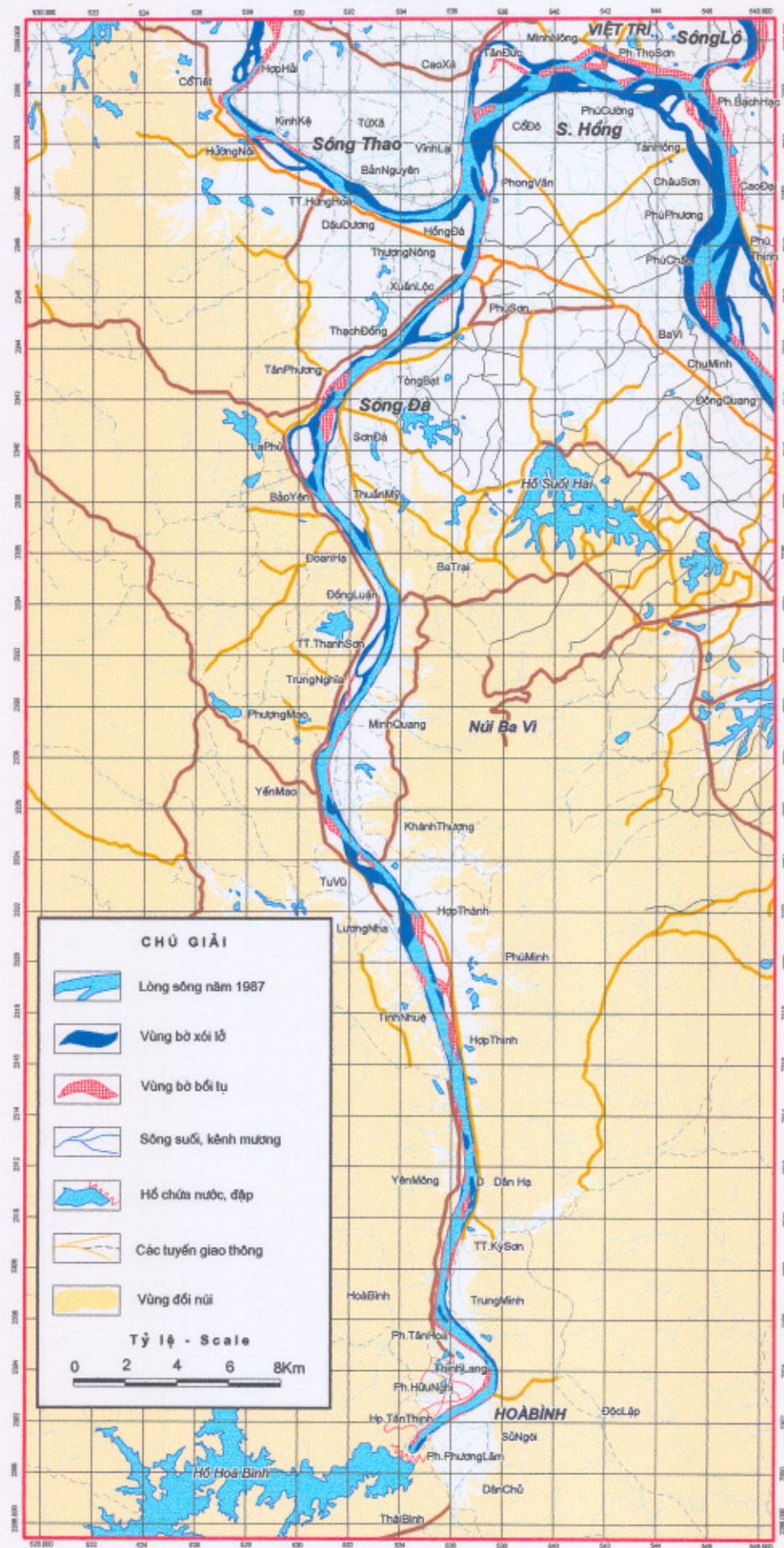
H.II.3. SƠ ĐỒ HIỆN TRẠNG SẠT LỎ KHU VỰC MÉP NƯỚC LÒNG HỒ HOÀ BÌNH



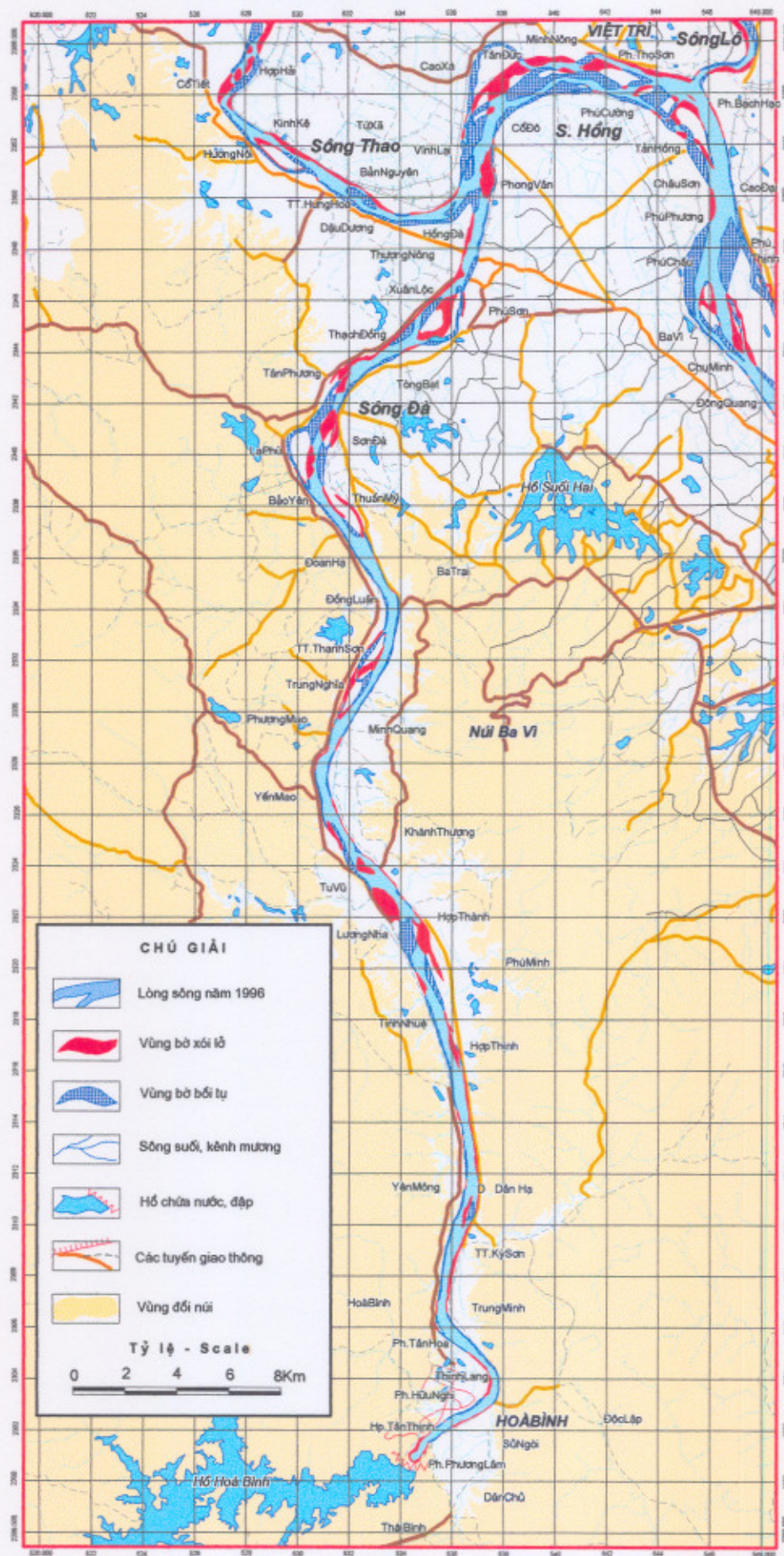


H.II.7. MẶT CẮT CÁC KHỐI TRƯỢT: A - VẠN YÊN, B - BẢN MỤC

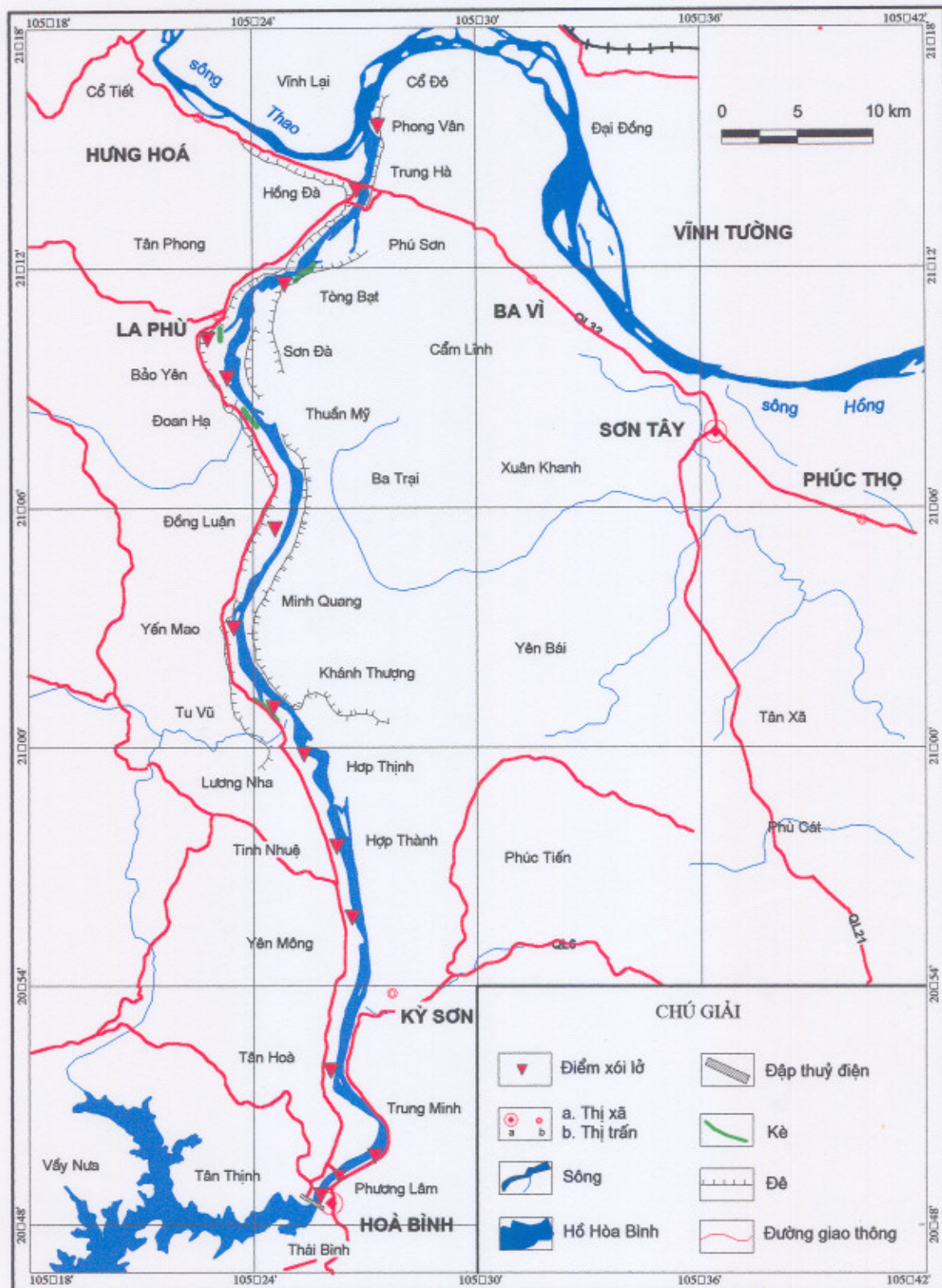
H.11.9. BIẾN ĐỘNG NGANG LÒNG DẪN SÔNG ĐÀ ĐOẠN HẠ LƯU
TRONG THỜI GIAN 1965 - 1987



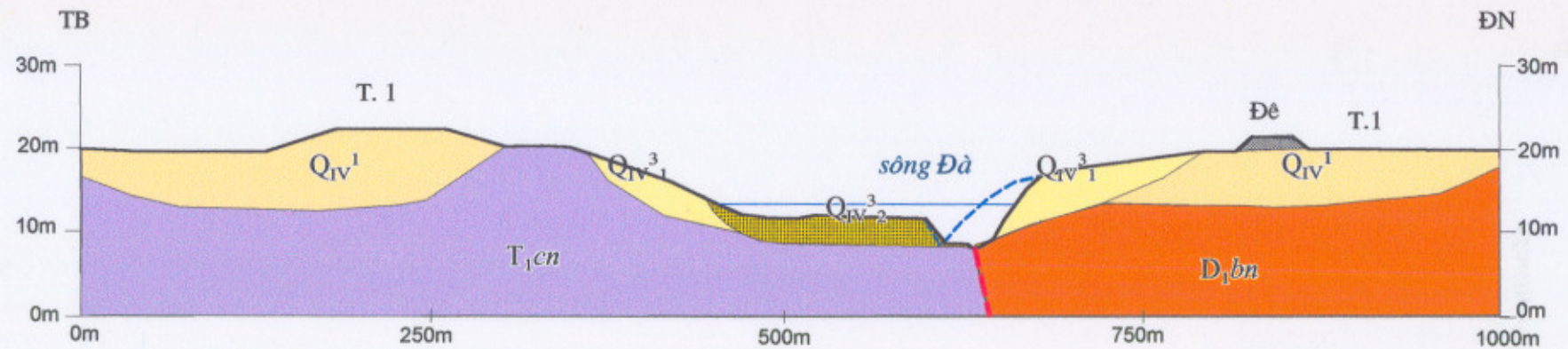
TRONG THỜI GIẢN 1987 - 2001



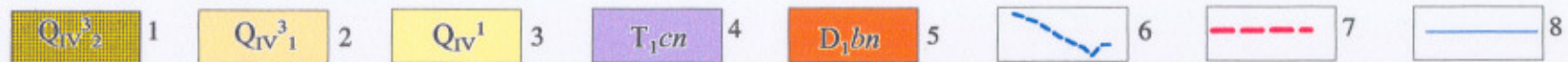
H.II.11. SƠ ĐỒ HIỆN TRẠNG XÓI LỞ BỜ SÔNG ĐÀ VÙNG HẠ LƯU



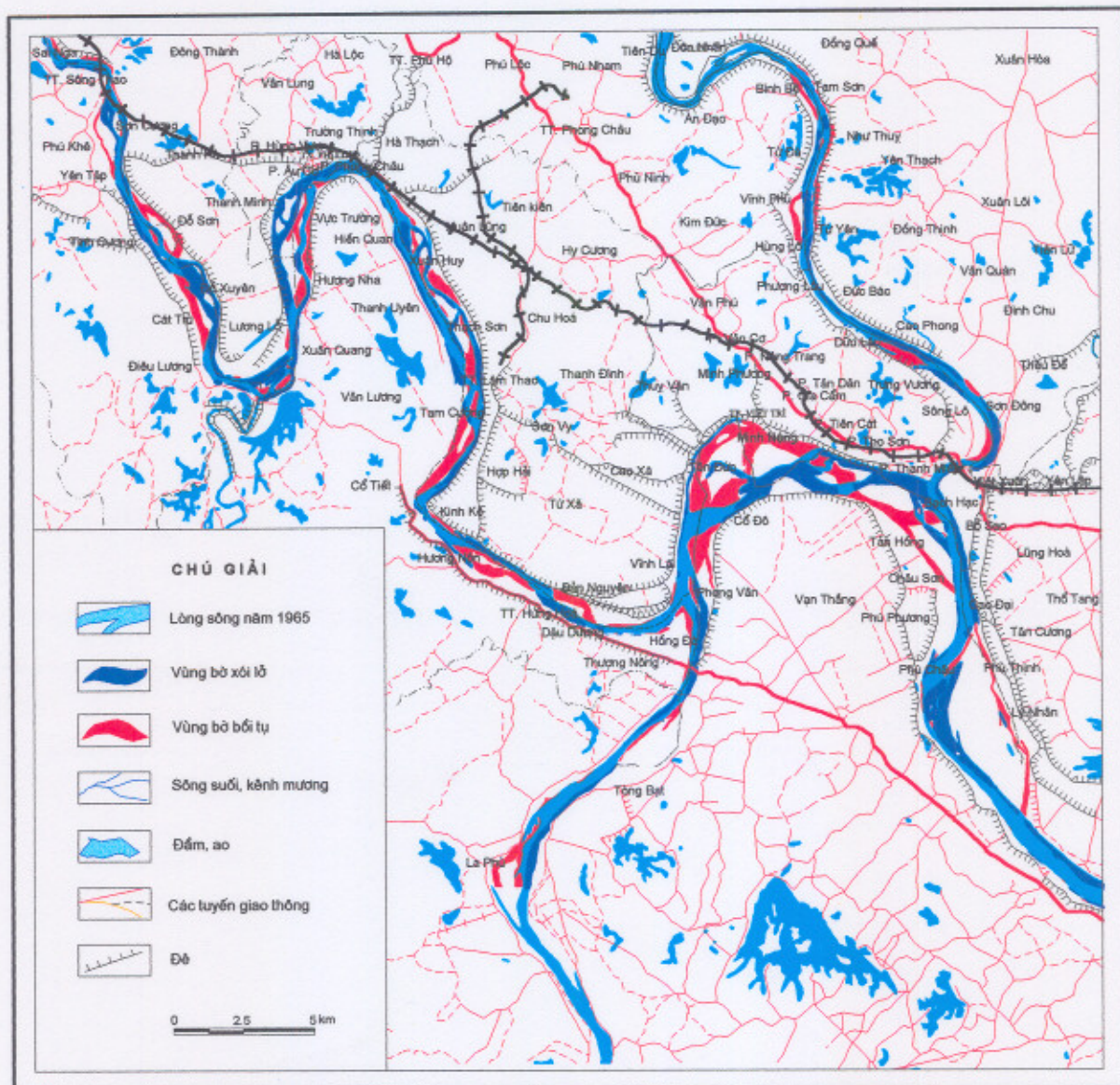
H.II.14. MẶT CẮT ĐỊA CHẤT - ĐỊA MẠO CẤU TRÚC THUNG LŨNG SÔNG ĐÀ
Ở PHƯỜNG PHƯƠNG LÂM, THỊ XÃ HÒA BÌNH, TỈNH HÒA BÌNH



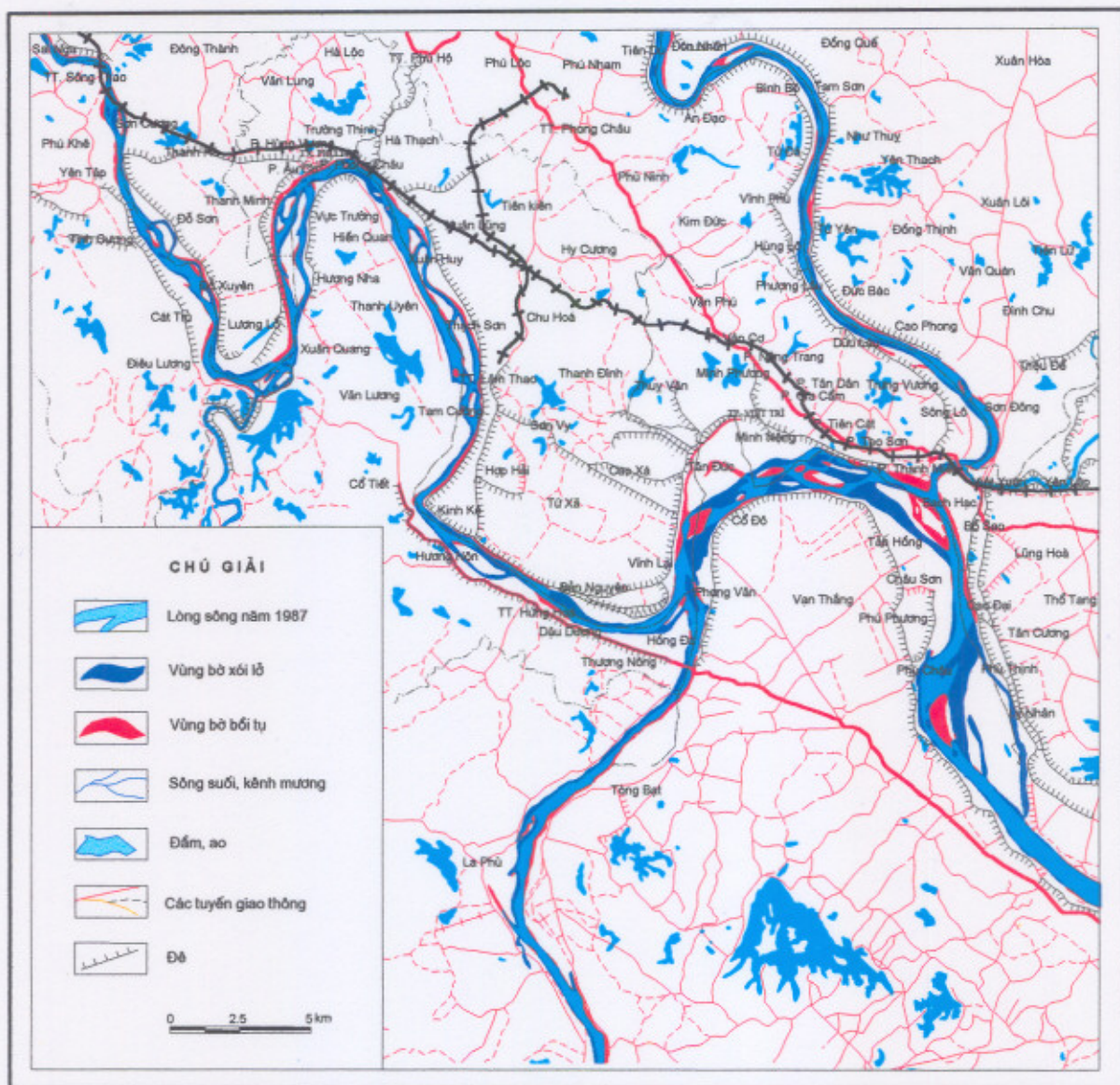
CHÚ GIẢI



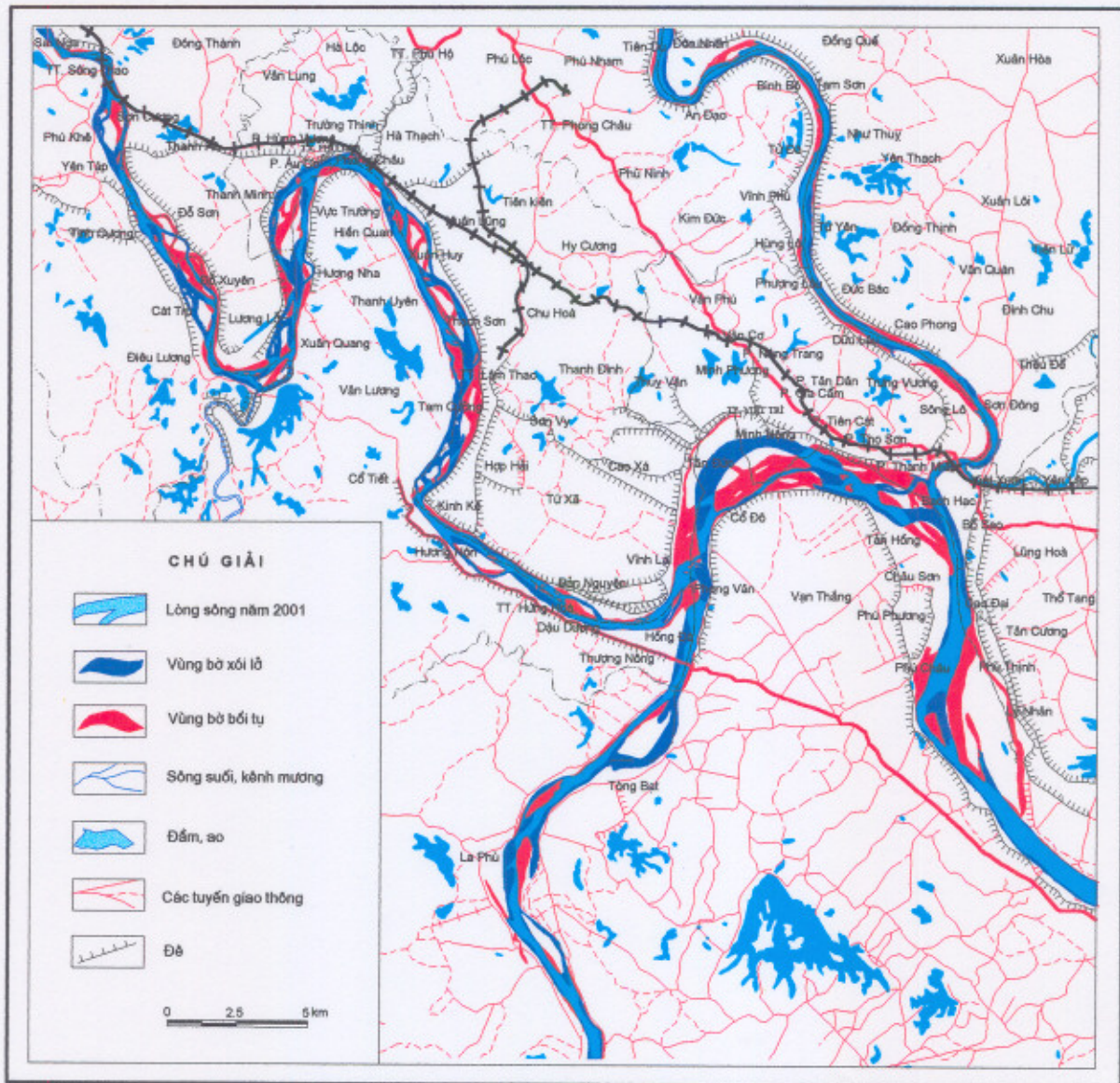
1 - Các thành tạo tương lòng và bãi bồi thấp gồm: cuội, sỏi, cát; 2 - Các thành tạo thêm bậc 1 gồm: cuội, sỏi, cát, sét màu xám đen, xám xanh; 3 - Các thành tạo thêm bậc 2 gồm: cuội, sỏi, cát hạt trung đến thô, bột, sét màu nâu đất, xám vàng;
4 - Đá gốc tuổi Trias, hệ tầng Cờ Núi; 5 - Đá gốc tuổi Devon sớm, hệ tầng Bản Ngầm; 6 - Đường bờ trước khi lở; 7 - Đứt gãy kiến tạo giả định; 8 - Mực nước sông.



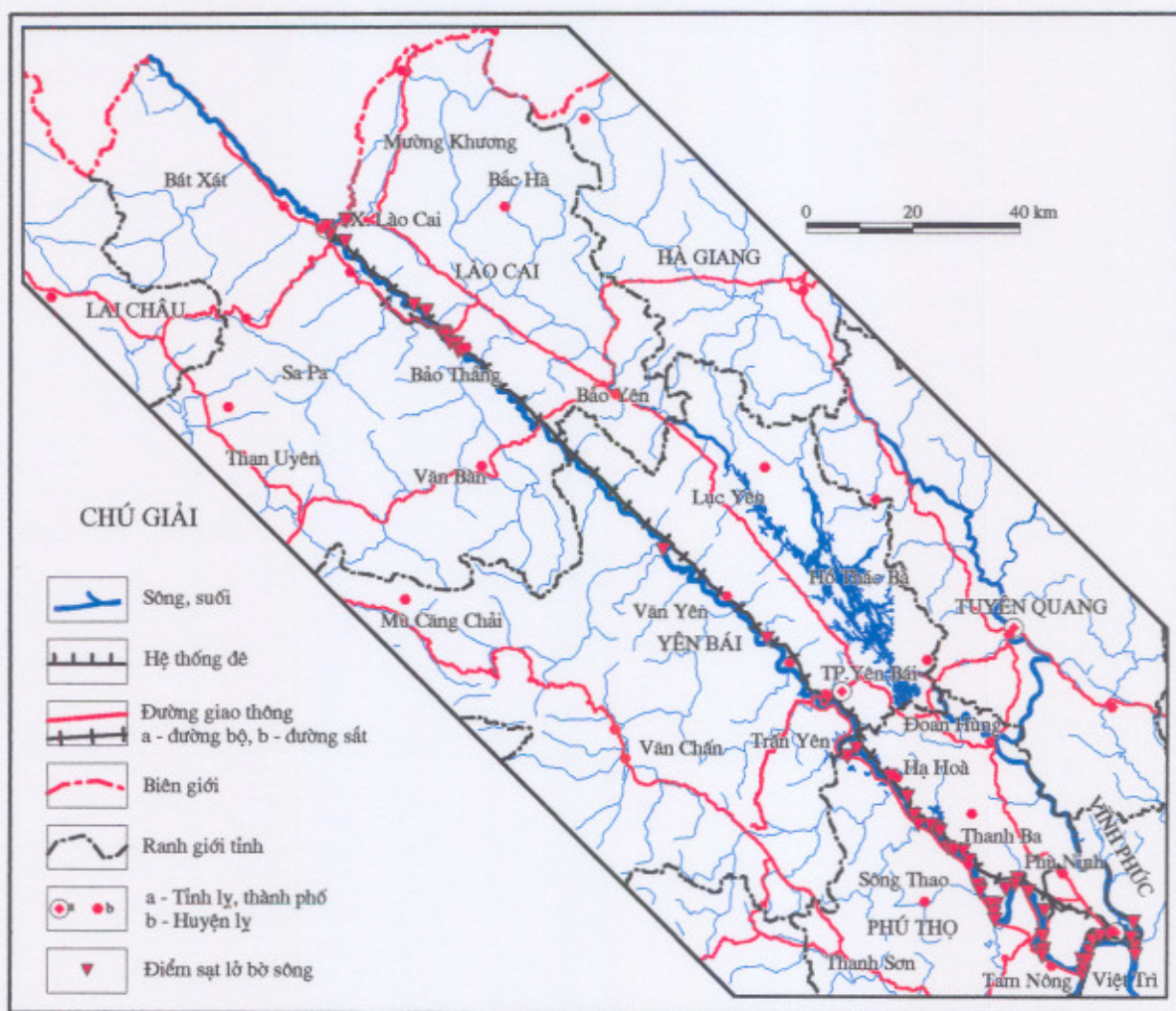
H.II.19. BIẾN ĐỘNG NGANG LÒNG DẪN SÔNG THAO GIAI ĐOẠN 1949 - 1965



H.II.20. BIẾN ĐỘNG NGANG LÒNG DẪN SÔNG THAO GIAI ĐOẠN 1965 - 1987

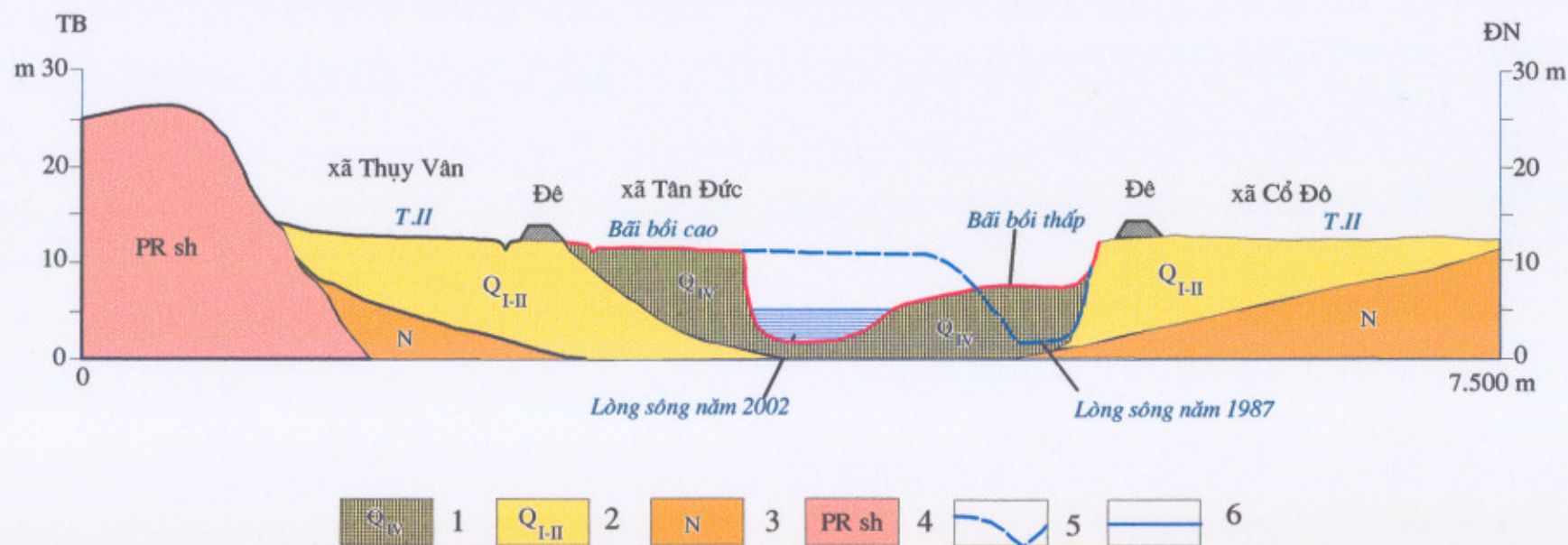


H.II.21. BIẾN ĐỘNG NGANG LÒNG DẪN SÔNG THAO GIAI ĐOẠN 1987 - 2001



H.II.22. HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG THAO

H.II.43. MẶT CẮT ĐỊA CHẤT - ĐỊA MẠO CẤU TRÚC THUNG LŨNG SÔNG THAO
 Ở KHU VỰC TÂN ĐỨC - MINH NÔNG (VIỆT TRÌ, PHÚ THỌ)



1. Các thành tạo tương lòng và bãi bồi gồm: cát hạt mịn, sét pha; 2. Các thành tạo thềm bậc II gồm: sét, sét pha, cát; 3. Trầm tích Neogen: cuội, cát, bột kết; 4. Đá biến chất Proterozoi phức hệ Sông Hồng; 5. đường bờ trước khi bị lở; 6. Mực nước sông

H.II.44. BIẾN ĐỘNG LÒNG DẪN PHẦN HẠ LƯU SÔNG LÔ GIAI ĐOẠN 1965 - 1993

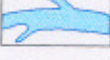
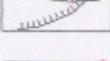
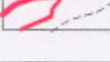
0 5 10 km

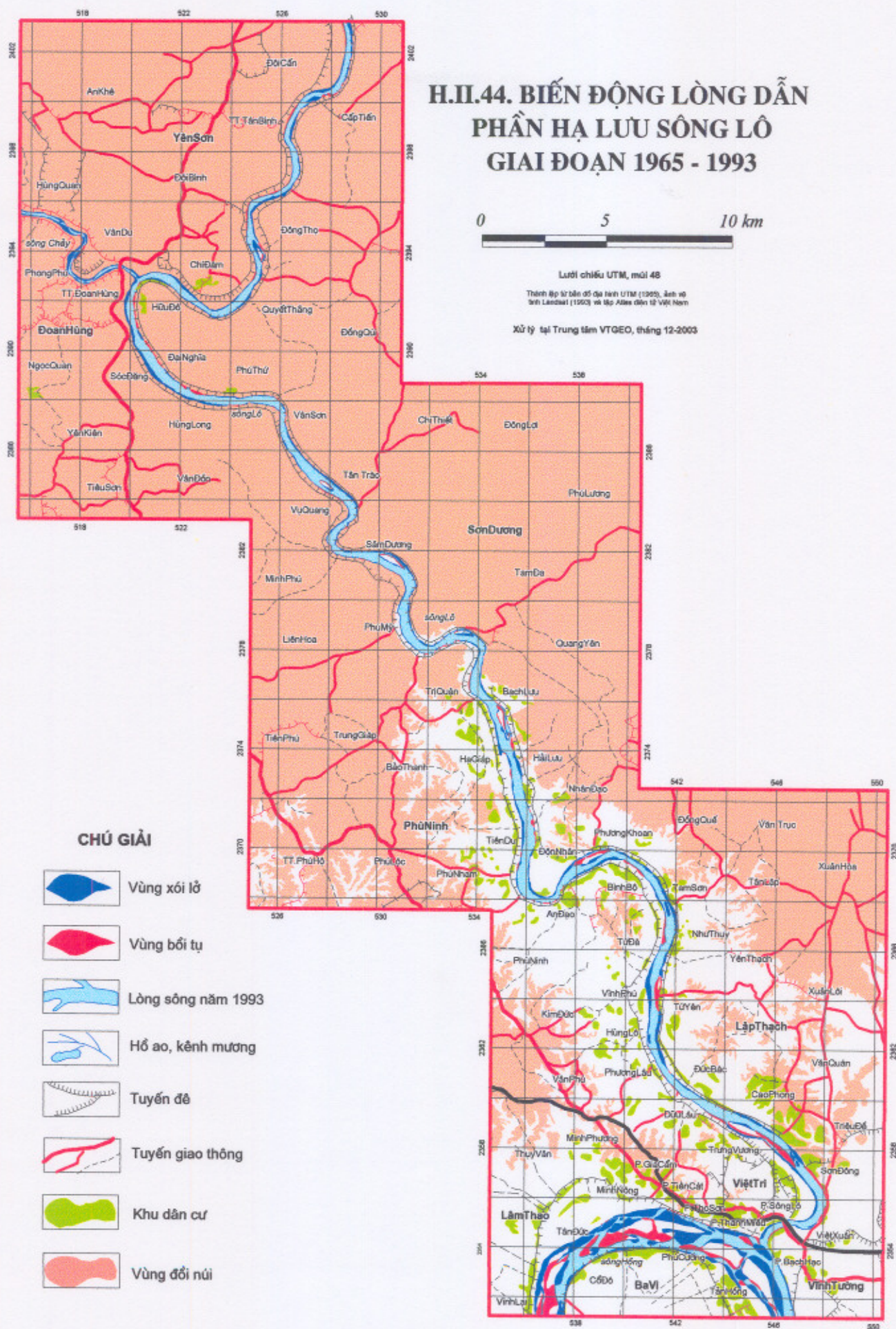
Lưới chiếu UTM, múi 48

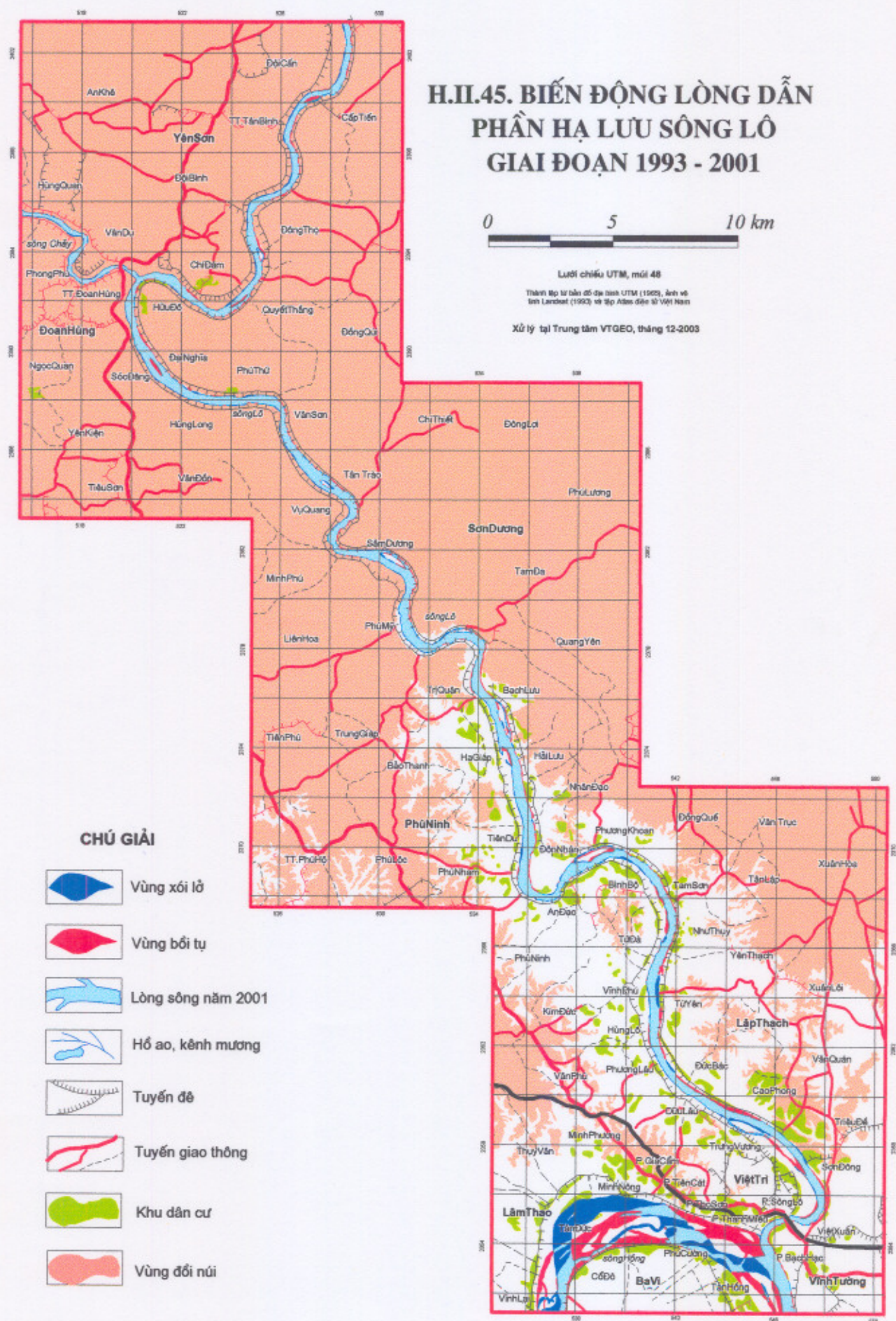
Thành lập từ bản đồ địa hình UTM (1965), ảnh vệ
sinh Landsat (1983) và Map Atlas đến từ Việt Nam

Xử lý tại Trung tâm VTGeo, tháng 12-2003

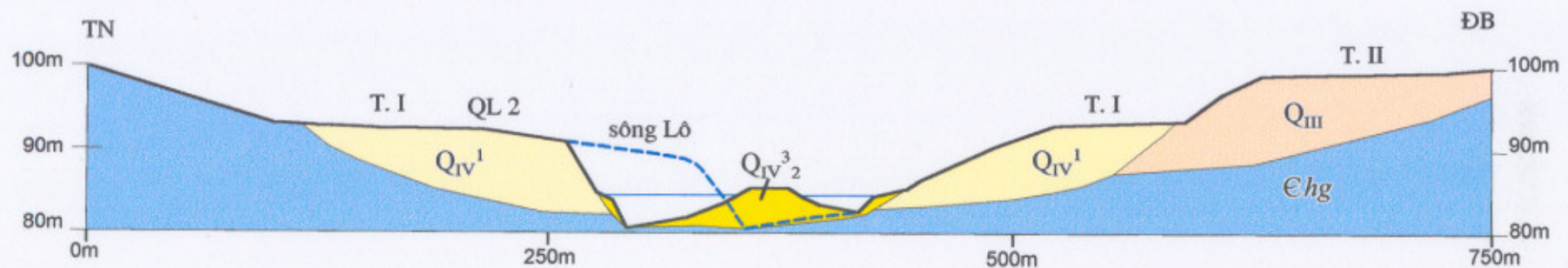
CHÚ GIẢI

-  Vùng xói lở
-  Vùng bồi tụ
-  Lòng sông năm 1993
-  Hồ ao, kênh mương
-  Tuyến đê
-  Tuyến giao thông
-  Khu dân cư
-  Vùng đồi núi

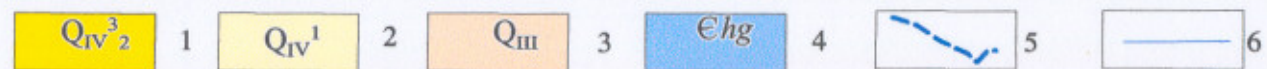




H.II.50. MẶT CẮT ĐỊA CHẤT - ĐỊA MẠO CẤU TRÚC THUNG LŨNG SÔNG LÔ
 Ở THÔN KHẺ, XÃ ĐẠO ĐỨC, HUYỆN VỊ XUYÊN, TỈNH HÀ GIANG

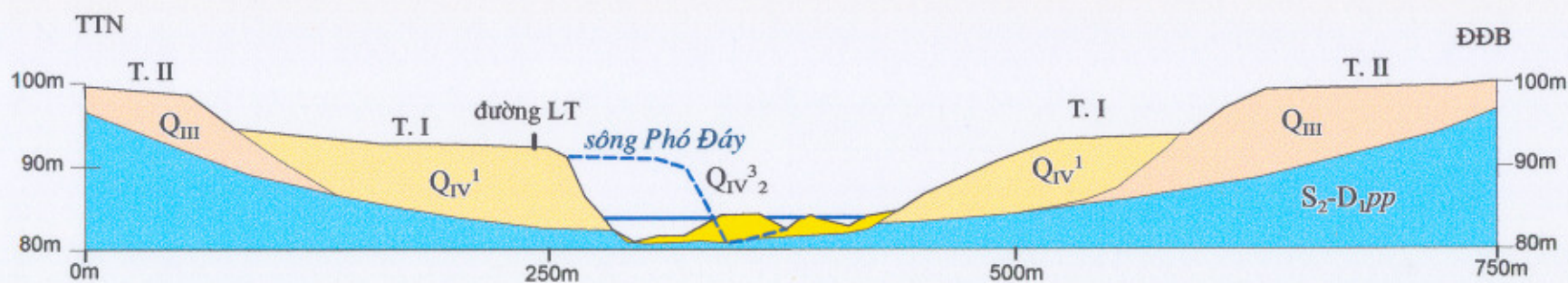


CHÚ GIẢI



- 1 - Các thành tạo tương lòng và bãi bồi thấp gồm: cuội, sỏi, cát; 2 - Các thành tạo thêm bậc 1 gồm: cuội, sỏi, cát, sét màu xám đen, xám xanh; 3 - Các thành tạo thêm bậc 2 gồm: cuội, sỏi, cát hạt trung đến thô, bột, sét màu nâu đất, xám vàng; 4 - Đá gốc tuổi Cambri; 5 - Đường bờ trước khi lở; 6 - Mực nước sông

H.II.54. MẶT CẮT ĐỊA CHẤT - ĐỊA MẠO CẤU TRÚC THUNG LŨNG SÔNG PHỐ ĐÁY Ở XÃ TRUNG YÊN,
HUYỆN YÊN SƠN, TỈNH TUYÊN QUANG

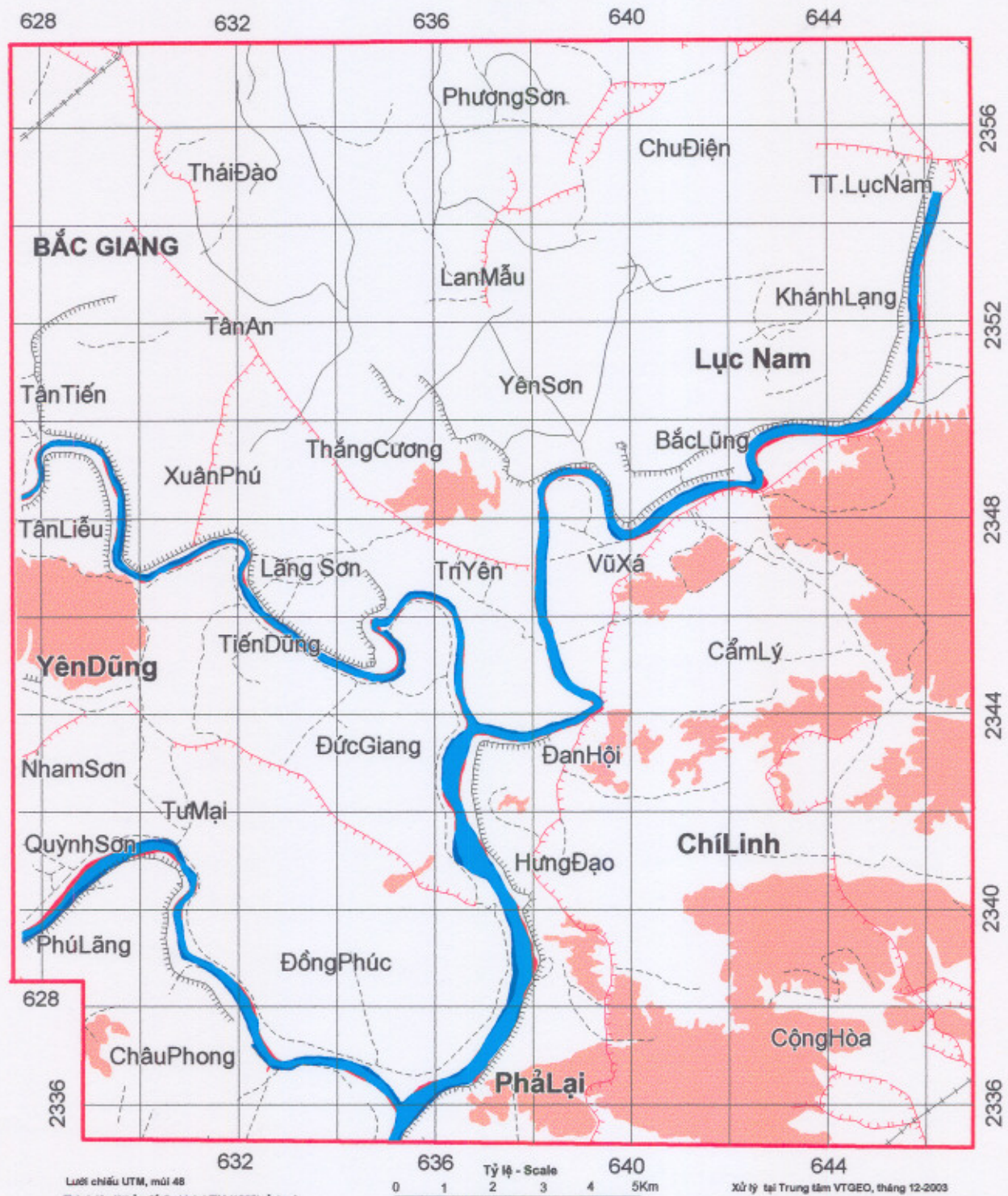


CHÚ GIẢI



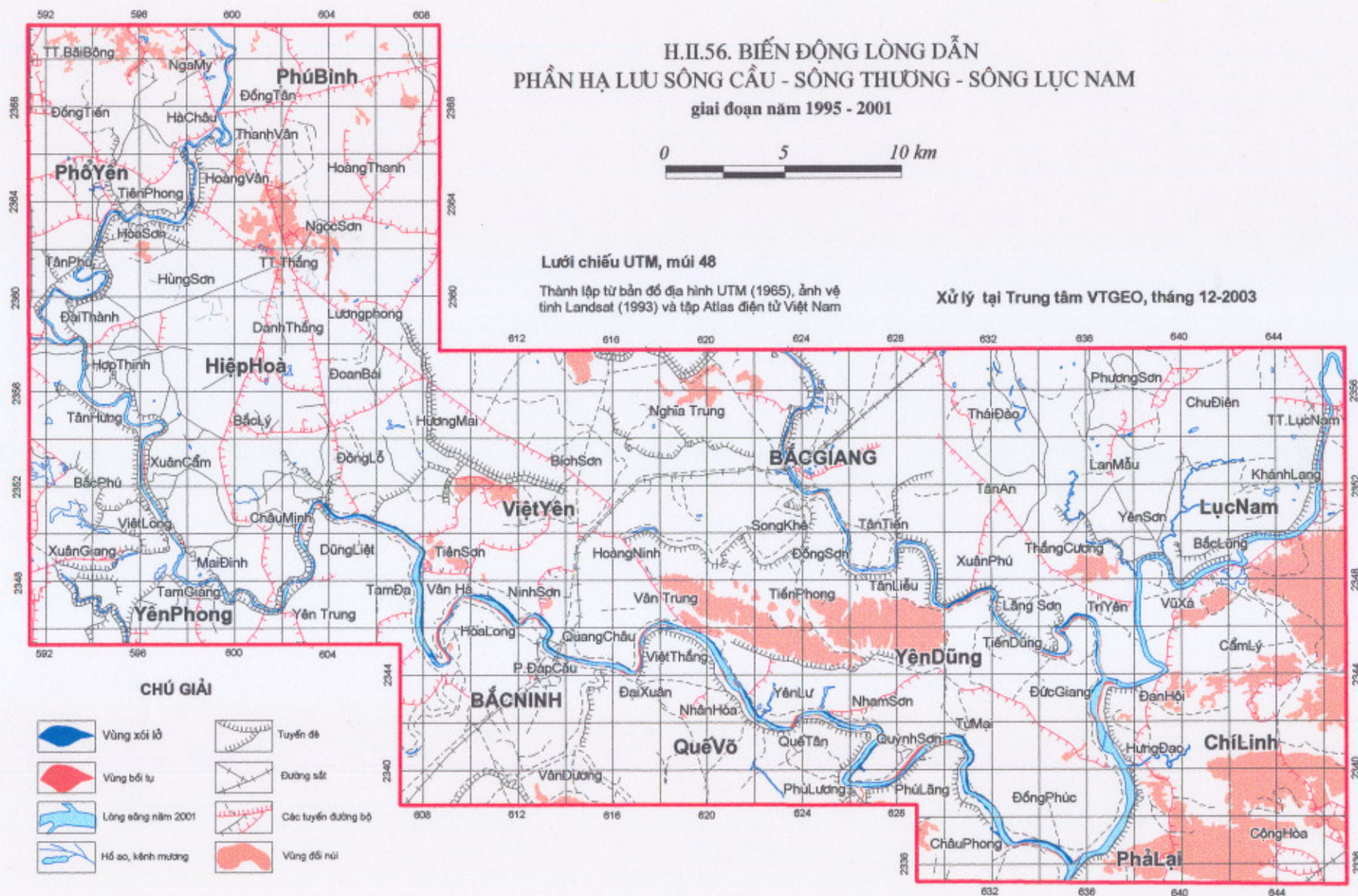
1 - Các thành tạo tương lòng và bãi bồi thấp gồm: cuội, sỏi, cát; 2 - Các thành tạo thềm bậc 1 gồm: cuội, sỏi, cát, sét màu xám đen, xám xanh; 3 - Các thành tạo thềm bậc 2 gồm: cuội, sỏi, cát hạt trung đến thô, bột, sét màu nâu đất, xám vàng; 4 - Đá gốc tuổi Silua - Đevon, hệ tầng Phia Phương; 5 - Đường bờ trước khi lở; 6 - Mực nước sông vào thời điểm khảo sát

**H.II.55. BIẾN ĐỘNG LÒNG DẪN PHẦN HẠ LƯU
SÔNG CẦU - SÔNG THƯƠNG-SÔNG LỤC NAM
GIAI ĐOẠN 1965 - 1995**

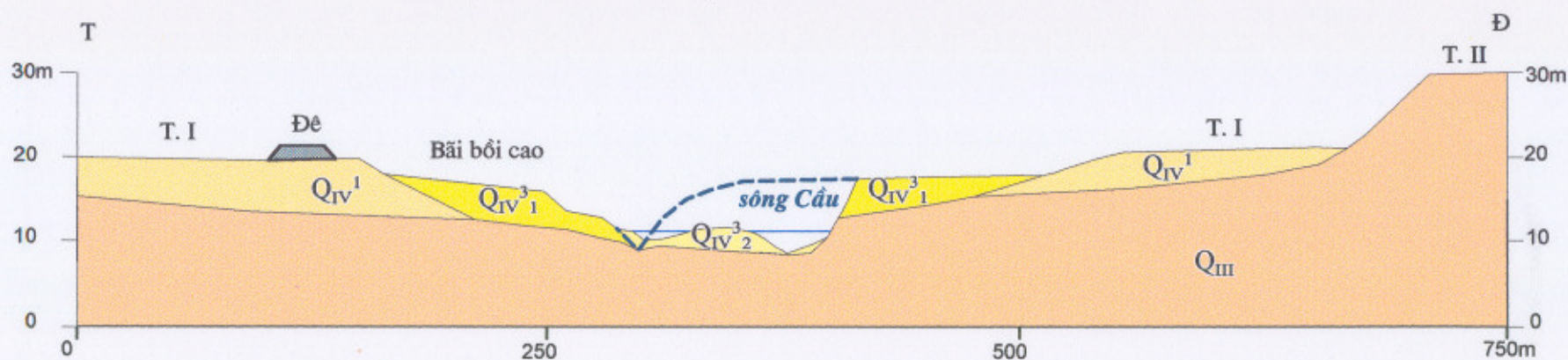


Chú giải

- | | | | |
|-------------|--------------------|-----------|--------------------|
| Vùng xói lở | Lòng sông năm 1995 | Tuyến đê | Các tuyến đường bộ |
| Vùng bồi tụ | Hồ ao, kênh mương | Đường sắt | Vùng đồi núi |



H.II.56. MẶT CẮT ĐỊA CHẤT - ĐỊA MẠO CẤU TRÚC THUNG LŨNG SÔNG CẦU Ở THÔN PHƯƠNG ĐỘ
XÃ XUÂN PHƯƠNG, HUYỆN PHÚ BÌNH, TỈNH THÁI NGUYÊN



CHÚ GIẢI

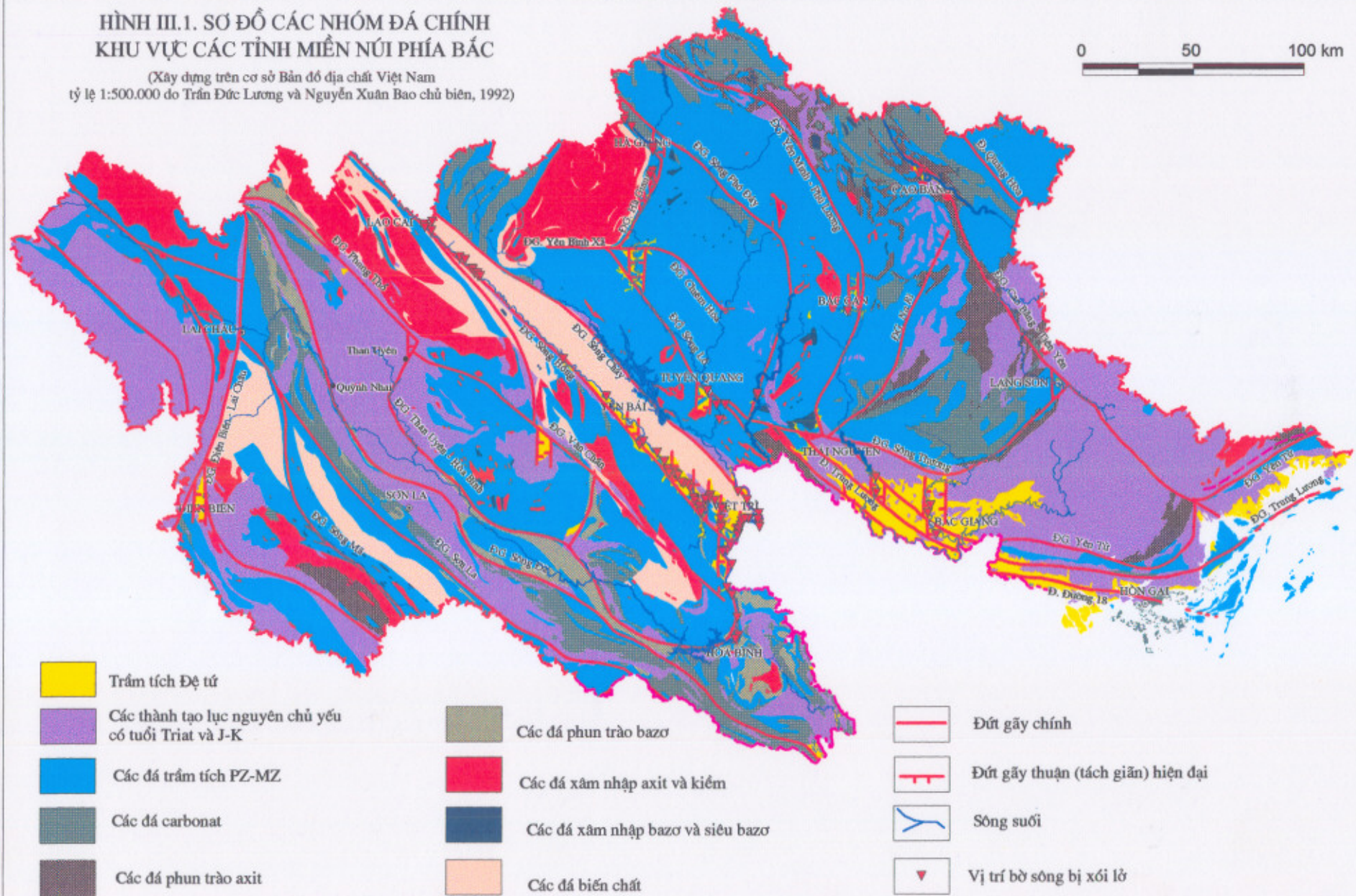


1 - Các thành tạo tương lòng và bãi bồi thấp gồm: cuội, sỏi, cát; 2 - Các thành tạo bãi bồi cao gồm: cuội, sỏi, cát, bột; 3 - Các thành tạo thêm bậc 1 gồm: cuội, sỏi, cát, sét màu xám đen, xám xanh; 4 - Các thành tạo thêm bậc 2 gồm: cuội, sỏi, cát hạt trung đến thô, bột, sét màu nâu đất, xám vàng; 5 - Đường bờ trước khi lở; 6 - Mực nước sông.

HÌNH III.1. SƠ ĐỒ CÁC NHÓM ĐÁ CHÍNH KHU VỰC CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC

(Xây dựng trên cơ sở Bản đồ địa chất Việt Nam
tỷ lệ 1:500.000 do Trần Đức Lương và Nguyễn Xuân Bao chủ biên, 1992)

0 50 100 km



H.III.2. SƠ ĐỒ CÁC ĐỐI CHỊU ẢNH HƯỞNG ĐỘNG LỰC ĐÚT GẤY TÂN KIẾN TẠO CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC

0 50 100 km

CÁC ĐỐI ĐÚT GẤY HOẠT ĐỘNG VÙNG ĐÔNG BẮC

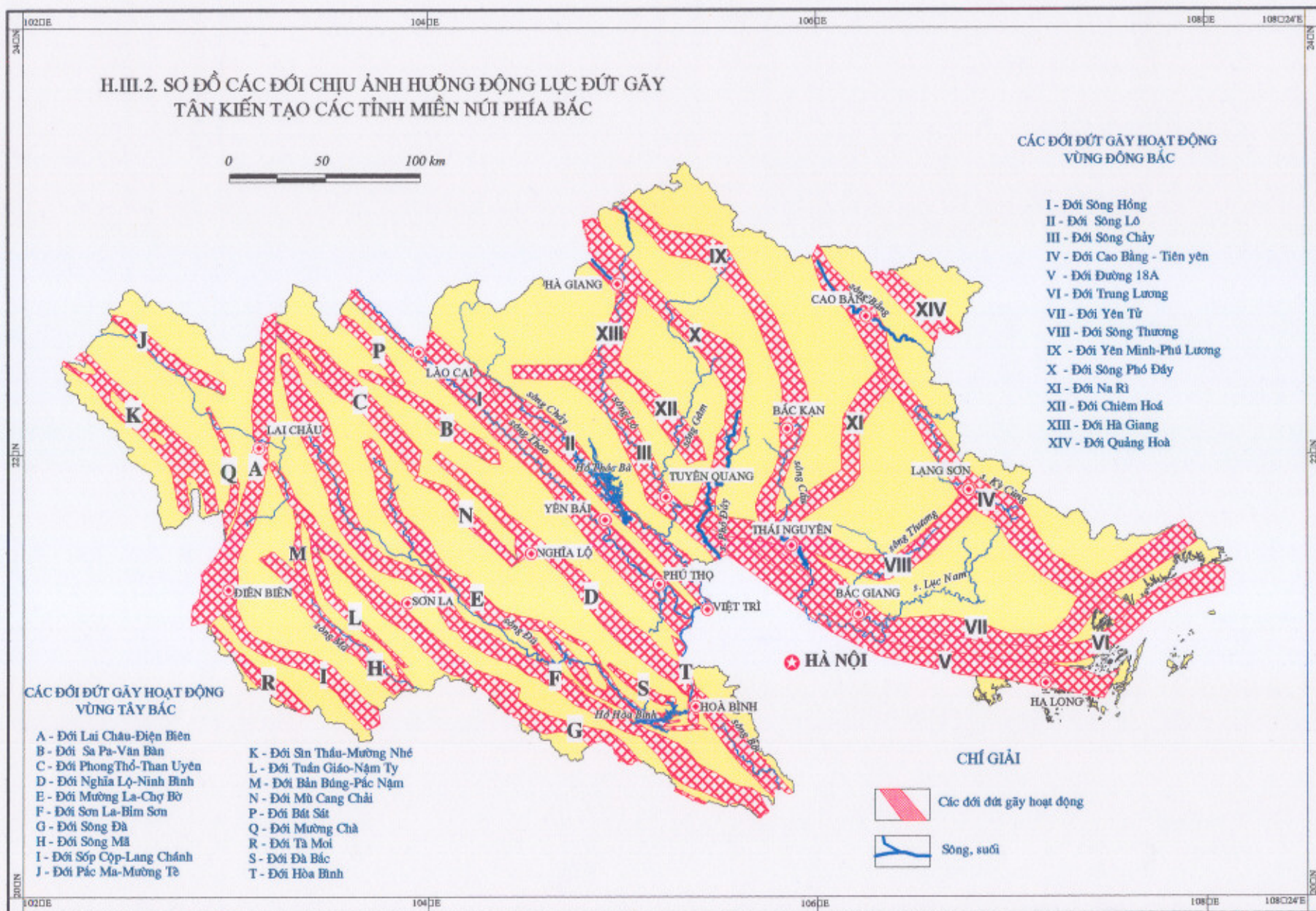
- I - Đới Sông Hồng
- II - Đới Sông Lô
- III - Đới Sông Chảy
- IV - Đới Cao Bằng - Tiên Yên
- V - Đới Đường 18A
- VI - Đới Trung Lương
- VII - Đới Yên Tử
- VIII - Đới Sông Thương
- IX - Đới Yên Minh-Phủ Lương
- X - Đới Sông Phó Đáy
- XI - Đới Na Rì
- XII - Đới Chiêm Hoá
- XIII - Đới Hà Giang
- XIV - Đới Quảng Hoà

CÁC ĐỐI ĐÚT GẤY HOẠT ĐỘNG VÙNG TÂY BẮC

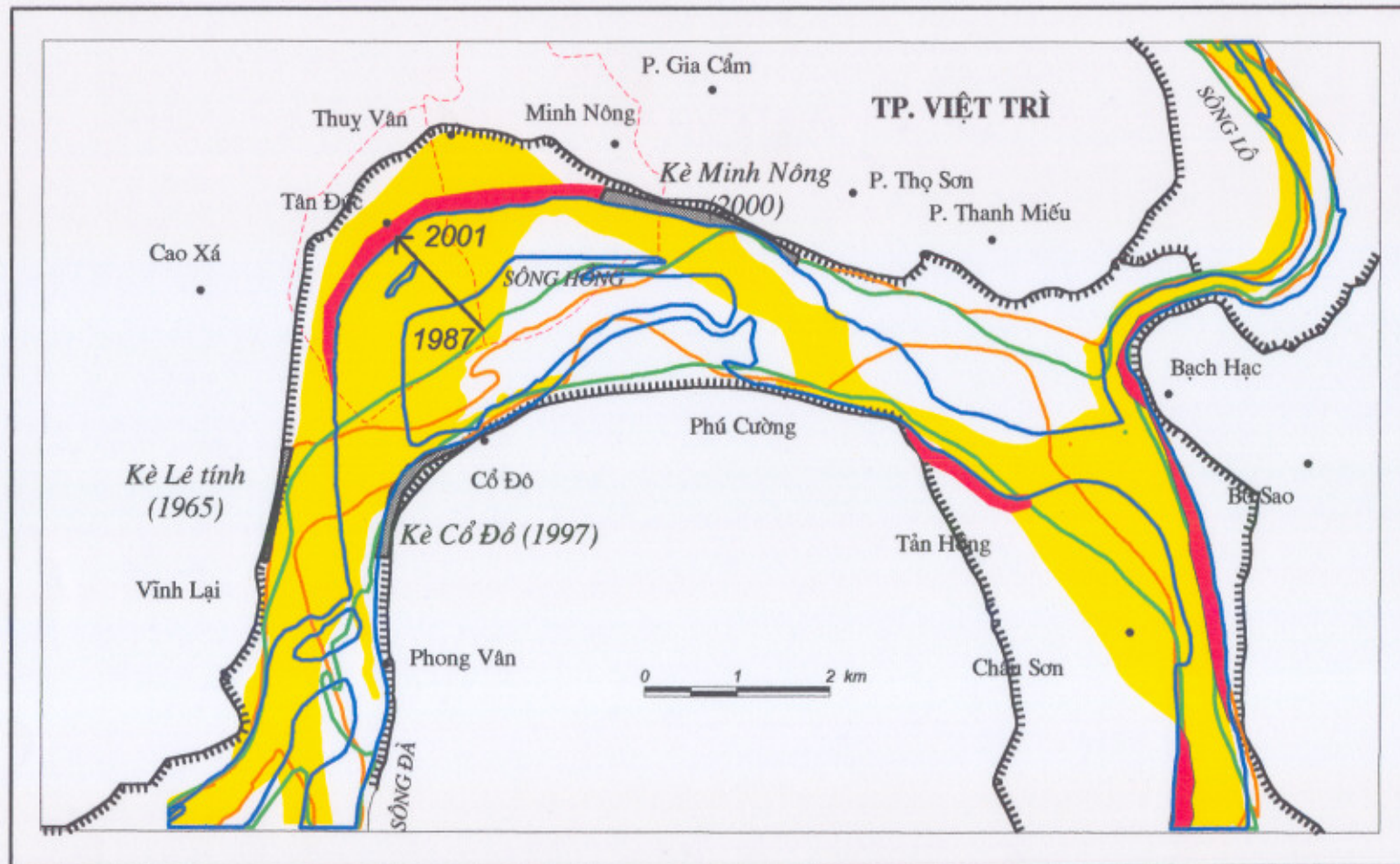
- A - Đới Lai Châu-Điện Biên
- B - Đới Sa Pa-Văn Bàn
- C - Đới Phong Thổ-Thân Uyên
- D - Đới Nghĩa Lộ-Ninh Bình
- E - Đới Mường La-Chợ Bờ
- F - Đới Sơn La-Bỉm Sơn
- G - Đới Sông Đà
- H - Đới Sông Mã
- I - Đới Sốp Cộp-Lang Chánh
- J - Đới Pắc Ma-Mường Tè
- K - Đới Sơn Thầu-Mường Nhé
- L - Đới Tuần Giáo-Nậm Tỳ
- M - Đới Bản Bùn-Pắc Nặm
- N - Đới Mù Cang Chải
- P - Đới Bát Sắt
- Q - Đới Mường Chà
- R - Đới Tà Mỏi
- S - Đới Đà Bắc
- T - Đới Hòa Bình

CHỈ GIẢI

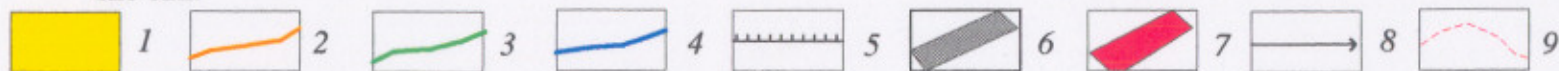
-  Các đới đứt gãy hoạt động
-  Sông, suối



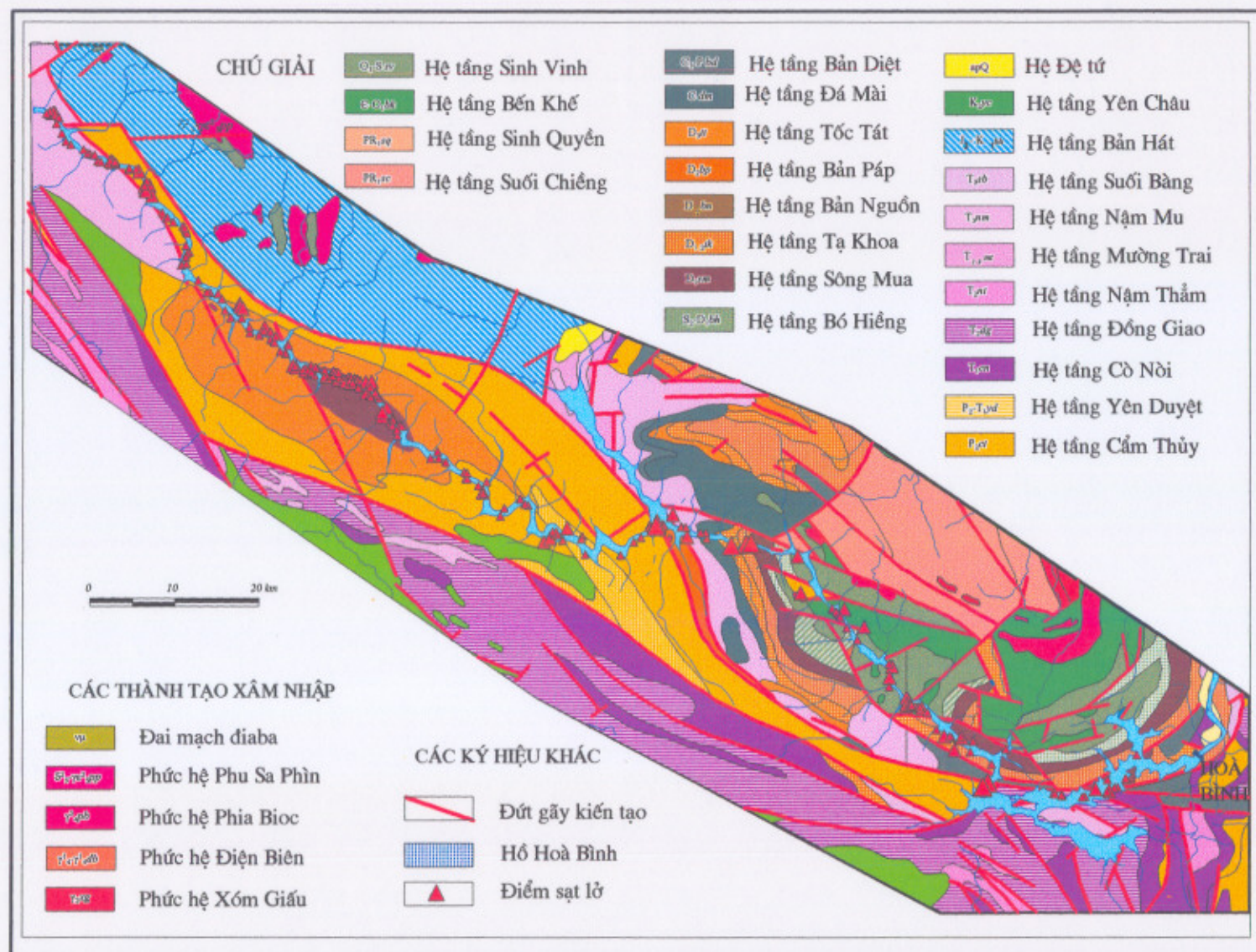
HÌNH III.8. BIẾN ĐỘNG LÒNG DẪN SÔNG THAO KHU VỰC THÀNH PHỐ
VIỆT TRÌ GIAI ĐOẠN 1949 - 2001



CHÚ GIẢI:



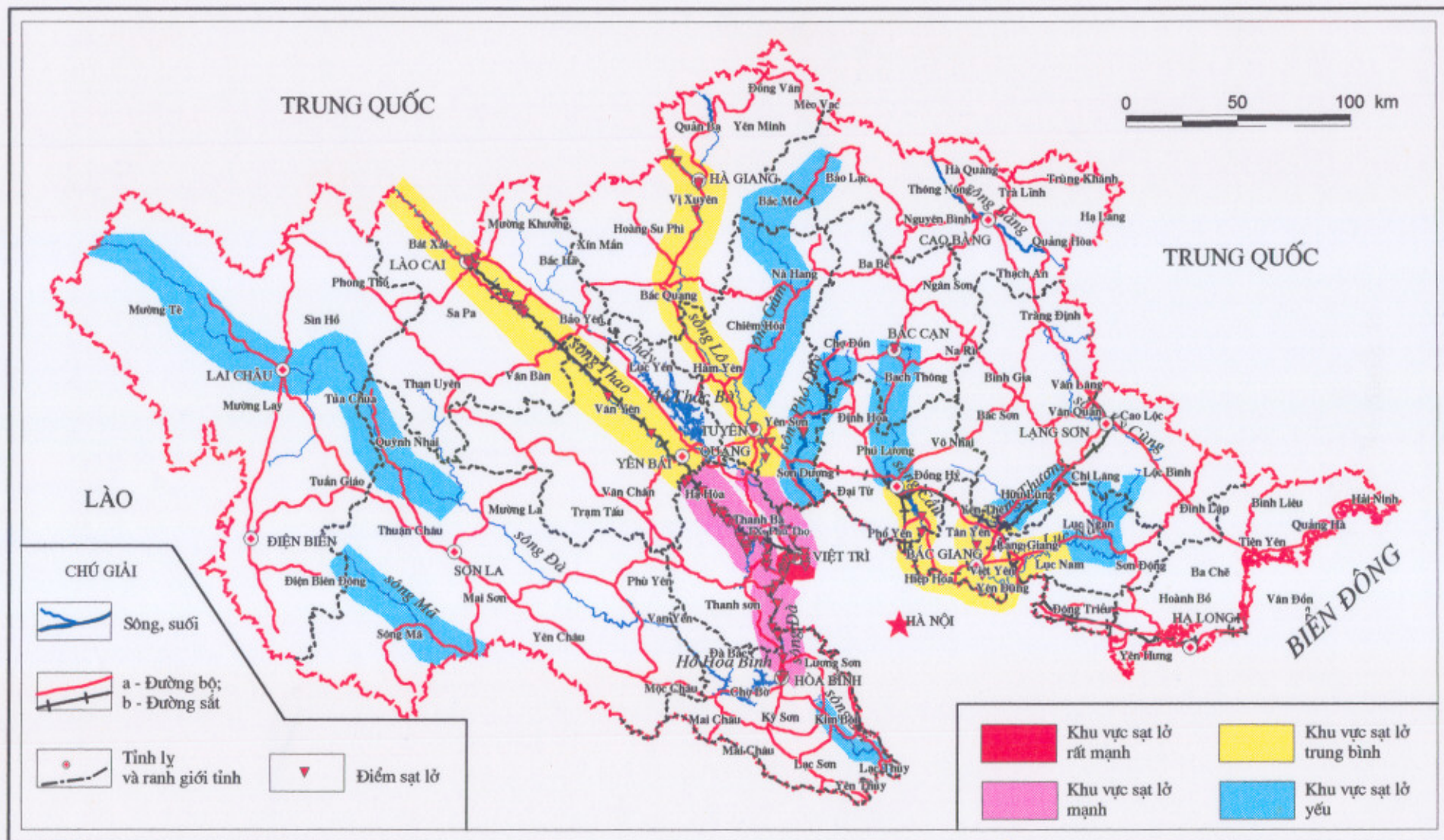
1. Dòng chảy năm 1949; 2. Dòng chảy năm 1965; 3. Dòng chảy năm 1987; 4. Dòng chảy năm 2001; 5. Đê; 6. Kè;
7. Khu vực đang bị xói lở mạnh; 8. Hướng thay đổi dòng chảy giai đoạn 1987 - 2001;
9. Địa giới xã Tân Đức và Minh Nông trước khi bị lở



H.III.14. SƠ ĐỒ ĐỊA CHẤT KHU VỰC HỒ HOÀ BÌNH

(Xây dựng trên cơ sở Bản đồ địa chất Việt Nam tỷ lệ 1:500.000 do Trần Đức Lương và Nguyễn Xuân Bao chủ biên, 1992)

H.IV.1. SƠ ĐỒ PHÂN VÙNG NGUY CƠ SẠT LỞ BỜ SÔNG CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC



H.IV.2. SƠ ĐỒ PHÂN VÙNG NGUY CƠ SẠT LỎ KHU VỰC MÉP NƯỚC HỒ HOÀ BÌNH

0 10 20 km

