

ĐÁNH GIÁ, DỰ BÁO NGUY CƠ SẠT LỞ BỜ SÔNG GIANH THEO CHỈ TIÊU TÍCH HỢP CÁC YẾU TỐ ĐIỀU KIỆN KỸ THUẬT - TỰ NHIÊN VÙNG VEN SÔNG

Nguyễn Tiến Hải¹, Vũ Hải Đăng¹, Nguyễn Văn Tình¹, Nguyễn Thái Hà²

¹Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện Hàn lâm KH&CNVN;

²Trung tâm Thông tin Tư liệu, Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam

Tác giả liên hệ: nguyentienhai.201@gmail.com

Tóm tắt: Sông Gianh là dòng sông lớn ở Bắc Trung Bộ của Việt Nam. Trong những năm gần đây, bờ sông Gianh bị sạt lở với nhiều mức độ khác nhau về chiều dài và tốc độ mà hậu quả gây ra tác động mạnh đến môi trường và con người tại đây. Trên cơ sở phương pháp “Chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện kỹ thuật - tự nhiên vùng ven sông”, có thể đánh giá nguy cơ sạt lở bờ sông Gianh (đoạn cầu Châu Hóa - Cửa Gianh) như sau: Dọc chiều dài 69 km của bờ Bắc, nguy cơ sạt lở bờ bao gồm: (1) sạt lở rất mạnh có 3 đoạn, dài 4.759 m (6,8% tổng chiều dài bờ); (2) sạt lở mạnh có 15 đoạn, dài 17.750 m (25,72%); (3) sạt lở trung bình có 12 đoạn, dài 11.000 m (15,94%); (4) sạt lở yếu có 13 đoạn, dài 26.000 m (37,68%); (5) không bị sạt lở có 5 đoạn, dài 9.500 m (13,78%); Dọc chiều dài 65 km của bờ Nam, nguy cơ sạt lở bờ có: (1) sạt lở rất mạnh có 3 đoạn, dài 4.250 m (6,54%); (2) sạt lở mạnh có 10 đoạn, dài 19.500 m (30,0%); (3) sạt lở trung bình có 13 đoạn, dài 17.500 m (26,92%); (4) sạt lở yếu có 4 đoạn, dài 8.500 m (13,08%); (5) không bị sạt lở có 3 đoạn, dài 15.250 m (23,46%); Dọc bờ 5 đảo nổi (Tiên Xuân, cồn Ngựa, cồn Quan, cồn Quảng Hải và Cồn Sẻ) dài 25.375 m, nguy cơ sạt lở bờ có: (1) sạt lở rất mạnh: 2 đoạn, dài 3.500 m (13,79%); (2) sạt lở mạnh có 6 đoạn, chiều dài 8.000 m (31,53%); (3) sạt lở trung bình có 6 đoạn, dài 4.875 m (19,21%); (4) sạt lở yếu 7.750 m bờ (~30,54%, 5 đoạn); (5) không bị sạt lở 1.250 m bờ (4,93%). Nguy cơ xảy ra xói bờ mạnh nhất diễn ra trong đoạn sông uốn khúc từ Phúc Tiến (xã Quảng Tiến) đến đầu đảo Tiên Xuân và đoạn bờ Bắc đảo Quảng Hải.

1. Mở đầu

Trong quá trình phát triển của sông ở khu vực đồng bằng, hình thái dòng sông luôn biến động bởi hoạt động xói lở và bồi tụ bờ do tác động của động lực dòng chảy, tính không đồng nhất và độ bền vững cơ lý của vật chất tạo nên đường bờ... Hoạt động xói lở gây ra sạt lở bờ sông (viết tắt là SLBS), tạo ra mối đe dọa cho các hoạt động kinh tế, dân sinh ở khu vực.

Hoạt động xói lở (và bồi tụ) bờ sông là quá trình tự nhiên do sự tác động của nhiều yếu tố tự nhiên (và ngày nay có thêm vai trò của con người). Các yếu tố tham gia vào quá trình xói lở bờ sông rất đa dạng với vai trò khác nhau, vì vậy để có thể dự báo, đánh giá khả năng, nguy cơ biến động bờ do xói lở, sạt lở bờ là khó khăn và phức tạp, nhất là đối với nội dung yêu cầu định lượng. Trong các phương pháp đánh giá dự báo nguy cơ SLBS, phương pháp sử dụng chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện địa kỹ thuật vùng ven sông là giải pháp hàng đầu, có tính định lượng và mức độ chính xác cao.

Sông Gianh là một sông lớn ở Miền Trung và có vai trò rất quan trọng đối với Quảng Bình nói riêng, Bắc Trung Bộ nói chung. Đối với sông Gianh, hiện nay ở hạ lưu sông, hoạt động SLBS đã và đang diễn ra với mức độ ngày càng tăng và để lại nhiều hậu quả tiêu cực cho con người và môi trường. Tuy nhiên, vấn đề này chưa được quan tâm nghiên cứu, ngoài sự quan tâm của truyền thông và dân cư địa phương về tình trạng SLBS tại đây.

Trong những vấn đề liên quan đến SLBS, vấn đề đánh giá dự báo nguy cơ sạt lở là một trong những vấn đề cần được lưu tâm hàng đầu, Giải quyết được vấn đề này sẽ góp định hướng quy hoạch khu vực, sử dụng, khai thác hợp lý, hiệu quả sông Gianh.

2. Đặc điểm điều kiện tự nhiên vùng nghiên cứu

Sông Gianh dài là 152 km, được khởi nguồn từ dãy núi Trường Sơn ở phía Tây có độ cao trên 2.000 m. Diện tích lưu vực rộng 4.680 km², độ cao trung bình 360 m, độ dốc trung bình 19,2%. Sông Gianh có chiều rộng lớn nhất là khoảng 1.000 m ở gần Cửa Gianh (Toàn, 1991).

2.1. Chế độ mưa

Do khí hậu ở Quảng Bình thuộc vùng nhiệt đới gió mùa, vì vậy, khí hậu ở Quảng Bình được đặc trưng bởi hai mùa rõ rệt trong năm: mùa khô kéo dài từ tháng 4 đến tháng 8 và mùa mưa từ tháng 9 đến tháng 3 năm sau (Toàn, 1991). Mùa mưa từ tháng 9 đến tháng 3 năm sau, thời gian mưa tập trung vào các tháng 9, 10 và 11. Lượng mưa trung bình hàng năm dao động trong khoảng 1.500-2.000 mm/năm.

Từ những năm 90 (thế kỷ XX) đến nay, lượng mưa ở khu vực có xu hướng gia tăng, chẳng hạn: ngày 09/10/1995, lượng mưa đo được ở Quảng Bình là 555 mm; từ 14/10 đến cuối tháng 10/2016, lượng mưa là 747 mm.

2.2. Đặc điểm địa hình - địa mạo

Trong lưu vực sông Gianh, có mặt các dạng địa hình: vùng núi cao, vùng đồi và trung du, vùng đồng bằng, vùng cát ven biển, trong đó chiếm tới 85% tổng diện tích tự nhiên là đồi núi (Toàn, 1991). Về cơ bản, địa hình lưu vực sông Gianh dốc từ Tây sang Đông.

Đoạn sông Gianh nghiên cứu, từ cầu Châu Hóa (Tuyên Hóa) đến Cửa Gianh (Ba Đồn) là đoạn sông phát triển trong thung lũng hẹp, kéo dài khoảng 60 km (Hình 1). Chạy dọc rìa Bắc và rìa Nam thung lũng sông là địa hình núi đồi có độ cao chủ yếu từ 20 đến 400 m ở rìa Bắc và từ 20 đến trên 400 m ở rìa Nam (Toàn, 1991).

Đồng bằng sông Gianh có độ cao tương đối dao động từ 0,5 đến 6m, nghiêng thoải từ Tây sang Đông và được tạo nên bởi các trầm tích Đệ tứ (Trung, 1996). Trong đoạn sông từ Quảng Liên đến cầu Gianh, có 06 đảo (bãi bồi nổi giữa sông).

2.3. Đặc điểm địa chất - địa chất công trình

Theo Bản đồ địa chất - khoáng sản (Trung, 1996), trong đồng bằng sông Gianh và lân cận, có mặt các thành tạo địa chất có tuổi từ Devon đến Đệ tứ.

Các thành tạo trước Đệ tứ chủ yếu là vật chất nhóm A (vật chất bền vững về cơ học (Bộ XD, 2006) thuộc các hệ tầng: Bản Giàng (D_{2e} bg, chiều dày khoảng 915 m), Mục Bài (D₂ mb, dày khoảng 760 m), Đông Thọ (D₃ fr đt, chiều dày 560-600 m), La Khê (C₁ lk, chiều dày 210-280 m), Bắc Sơn (C- Pbs, chiều dày 700-900 m), Đồng Trầu (T_{2a} đt, dày 2.200-2.700 m) và Đồng Đò (T_{3n-r} đđ, dày khoảng 350 m). Thành phần chung của các thành tạo trước Đệ tứ là đá trầm tích và đá trầm tích biến chất: cuội kết - sạn kết, cát kết, cát kết dạng quazit, cát - bột kết, bột kết, đá vôi, đá phiến sét, đá vôi sét, phiến silic,...

Thành tạo của các hệ tầng: Bản Giàng, Mục Bài, Đông Thọ, La Khê và Bắc Sơn phân bố tạo nên địa hình núi đồi rìa thung lũng phía Nam sông Gianh, còn các thành tạo của Đồng Trầu và Đồng Đò là địa hình núi đồi dọc rìa phía Bắc của thung lũng sông (Hình 1).

Tạo nên địa hình đồng bằng thung lũng sông Gianh (từ cầu Châu Hóa đến Cửa Gianh) trên nền các thành tạo cổ là trầm tích Đệ tứ thuộc các hệ tầng Lê Ninh (apQ₁¹⁻² ln, chiều dày 22 m), Tú Loan (a, mQ₁³ tl, chiều dày khoảng 15 m), Holocen giữa (amQ₂², chiều dày khoảng 25 m) và Holocen muộn (a, mvQ₂³, chiều dày khoảng 19 m). Hệ tầng Lê Ninh phân bố với một số diện tích nhỏ, hẹp ở rìa thung lũng sông Gianh; hệ tầng Tú Loan tạo thành diện nhỏ ở rìa thung lũng phía Bắc thuộc xã Quảng Lưu (Quảng Trạch); trầm tích Holocen giữa phân bố chủ yếu ở ven rìa thung lũng sông, còn trầm tích Holocen muộn phân bố dọc bờ sông hiện tại và tạo các cồn đụn ven biển.

Thành phần chung của các trầm tích Đệ tứ là vật chất bờ rời (nhóm B, kém bền vững về tính chất cơ lý) gồm: cuội, sạn, cát, bột, sét.

2.4. Đặc điểm dòng chảy sông Gianh

Theo Trần Thanh Toàn (1991), sông Gianh có lượng nước trung bình năm là 7,95 km³ (ứng với lưu lượng nước trung bình năm 252 m³/s) và phụ thuộc chủ yếu vào chế độ mưa (mùa lũ từ tháng 9 đến tháng 11, chiếm khoảng 60-75% lượng dòng chảy hàng năm), môđun dòng chảy năm 53,8 l/s.km². Mùa lũ từ tháng 9 đến tháng 11, chiếm khoảng 60-75% lượng dòng chảy hàng năm. Dòng cát bùn khoảng 1,93x10⁵ tấn/năm, ứng với độ đục trung bình năm 192 g/m³ và hệ số xâm thực 168 tấn/km² năm.

Do các đặc điểm trên, nên dòng chảy thay đổi mạnh trong năm. Trong mùa mưa, chế độ dòng chảy và mực nước sông Gianh rất mạnh và cao, nhất là khi có mưa to, giông bão, chẳng hạn, do mưa lớn cuối tháng 10/1996, mực nước sông Gianh dâng cao vượt mốc lịch sử năm 1995 (tại Mai Hóa: mực nước là 9,2m; tại Đức Hóa, mực nước trên mặt bờ là 1,5-3 m và tại Ba Đồn, nước ngập khoảng 1 m).

Đánh giá chung: các yếu tố trên tác động không nhỏ đến hoạt động xói lở bờ sông, nhất là các yếu tố: thành phần vật chất vùng ven bờ và chế độ dòng chảy. Theo tiêu chuẩn địa chất công trình (Bộ XD, 2006), nếu vật chất tạo nên bờ là vật chất nhóm B, thì khả năng phá hủy bờ bởi dòng chảy sông là không tránh khỏi với cơ chế xói lở, còn với vật chất bờ thuộc nhóm A (đá trầm tích, đá magma, đá biến chất), thì khả năng phá hủy bờ không đáng kể với cơ chế là xói mòn.

Đối với dòng chảy, nếu hướng dòng chảy tạo góc với đường bờ trong khoảng $0 < \varphi < 180^\circ$ thì dòng chảy sẽ gây ra phá hủy bờ. Như vậy, ở các đoạn sông uốn khúc, khả năng dòng chảy sông xói lở bờ là rất cao, nhưng lại không đáng kể tại những đoạn sông thẳng. Ngoài ra, nếu mực nước dâng cao sẽ tạo điều kiện gia tăng khả năng phá hủy bờ theo chiều cao và gây biến động bề mặt bờ nếu mực nước tràn ngập bờ.

3. Phương pháp và tài liệu

3.1. Phương pháp thực hiện

Sạt lở bờ sông là kết quả tương tác giữa nhiều yếu tố thuộc thạch quyển, khí quyển, thủy quyển và sinh quyển. Có thể xếp các yếu tố này thuộc 2 nhóm: yếu tố gây ra và tác động đến SLBS (dòng chảy sông, sinh vật, nước mưa, nước dưới đất...) và yếu tố bị tác động (vật chất bờ). Để có thể phân vùng, cảnh báo nguy cơ SLBS, cần thực hiện đánh giá được động thái và vai trò của các yếu tố trên trong mối tương tác với nhau thuộc hệ thống tự nhiên cần đánh giá, trong bài là hệ thống vùng bờ sông Gianh ở hạ lưu. Động thái và vai trò của các yếu tố được tích - hợp trên cơ sở các thông tin liên quan đến yếu tố ở khu vực. Các thông tin này được thu thập chủ yếu thông qua tiếp cận trực tiếp, hệ thống, tổng hợp, gián tiếp và được thực hiện bởi các phương pháp: khảo sát thực tế, kế thừa, chuyên gia, chuyên sâu, tích - hợp...

3.2. Phương pháp theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện kỹ thuật - tự nhiên

Hiện nay, để phân vùng nguy cơ SLBS, người ta sử dụng một số phương pháp chuyên sâu, chẳng hạn: ứng dụng công nghệ viễn thám, GIS và mô hình toán, MIKE 21C và phần mềm GEO-SLOPE.... Trong số các phương pháp này, phương pháp theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện kỹ thuật - tự nhiên vùng ven sông là phương pháp có tính định lượng cao và đã được nhiều nhà nghiên cứu Việt Nam sử dụng (Liêu và nnk, 2004, 2007).

3.2.1. Cơ sở của phương pháp

Phương pháp theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện kỹ thuật - tự nhiên (viết tắt là KTTN) vùng ven sông được xây dựng trên cơ sở tổ hợp các yếu tố về điều kiện tự nhiên và hoạt động kinh tế của con người. Các yếu tố này liên quan, tương hỗ với nhau và được coi như một hệ thống (hệ thống các yếu tố điều kiện KTTN vùng ven sông). Các yếu tố đó được chia thành các nhóm có vai trò khác nhau và phụ thuộc vào mục tiêu nghiên cứu. Đối với mục tiêu nghiên cứu là đánh giá dự báo SLBS thì vai trò của nước mặt (dòng chảy sông) quan trọng hơn nước dưới đất và hệ này gồm: (1) Cấu trúc địa chất và tính chất cơ lý của đất đá vùng ven sông; (2) Địa hình - địa mạo; (3) Cấu trúc địa chất thủy văn và đặc điểm vận động của nước dưới đất; (4) Thảm thực vật và đặc điểm tác động của nước mặt; (5) Đặc điểm tác động của các hoạt động kinh tế - công trình đến môi trường địa chất.

Các yếu tố điều kiện KTTN nêu trên được cụ thể hóa thông qua các tham số định lượng (ПЕНДИН, 1992): E_{dc} (độ bất đồng của cấu trúc địa chất), C_d (hệ số phân tán - lượng hóa thành phần vật chất của đất đá), C (độ bền cắt của đất chọn lực dính ở trạng thái bão hòa), ΔH (khoảng chênh cao giữa mặt đất bờ sông và đáy sông), α (góc dốc bờ sông được lượng hóa ở dạng $\tan \alpha$), Δh (dao động mực nước dưới đất), H (đỉnh lũ hàng năm), φ (góc tạo bởi hướng dòng chảy và tiếp tuyến đường bờ).

Tập hợp các yếu tố điều kiện KTTN đã lựa chọn được gọi là mô hình nguyên tắc. Tính hợp lý của mô hình nguyên tắc được khống chế bởi hệ số tương quan nhiều chiều. Nếu $R > 0,7$ thì mô hình nguyên tắc chấp nhận được, nếu $R < 0,7$ thì mô hình nguyên tắc lựa chọn chưa hợp lý, một vài yếu tố quan trọng trong đó đã bị bỏ sót hoặc chưa tính đến.

Các yếu tố trong mô hình nguyên tắc có mối quan hệ với mục tiêu nghiên cứu và giữa các yếu tố cũng tồn tại các quan hệ cặp đôi. Từ các cơ sở trên, có thể xác định được vai trò (tỷ trọng, trọng số) của từng yếu tố trong mô hình nguyên tắc và trạng thái của hệ thống được đánh giá theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện KTTN vùng bờ sông (ký hiệu I_{Σ}):

$$I_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n g_i R_i^H \quad (1)$$

Trong đó: g_i là tỷ trọng của yếu tố thứ i ; R_i^H là tham số định lượng của yếu tố thứ i (các yếu tố: E_{dc} , Cd , C , ΔH , $tg\alpha$, Δh , H và ϕ); n - Số các thông số phát sinh tại biến. Giá trị chỉ tiêu tích hợp I_{Σ} là giá trị để đánh giá khả năng SLBS và tốc độ sạt lở tương ứng (Bảng 4).

Tốc độ SLBS (ký hiệu là V và được tính theo năm: m/năm) cũng là hàm của các tham số nêu trên (Liều và nnk, 2004, 2007): $V = f(E_{dc}, Cd, C, \Delta H, tg\alpha, \Delta h, H, \phi)$.

3.2.2. Nội dung phương pháp

Để thực hiện phương pháp, cần thực hiện các nội dung: sau khi xác lập luận chứng hàm mục tiêu và mô hình nguyên tắc, cần thực hiện định lượng hóa các yếu tố điều kiện KTTN, từ đó xây dựng mô hình trường biến đổi các yếu tố điều kiện KTTN đồng thời xác định trọng số của các yếu tố điều kiện KTTN. Từ các kết quả này, tiến hành chuẩn hóa lại các tham số điều kiện KTTN (để đảm bảo mức độ chính xác) và tính toán chỉ tiêu tích hợp điều kiện KTTN (I_{Σ}).

Trong nghiên cứu đánh giá dự báo SLBS, hàm mục tiêu tương ứng cơ bản là tốc độ SLBS (m/năm), còn mô hình nguyên tắc được lựa chọn trên cơ sở phân tích nguyên nhân và điều kiện của quá trình SLBS bao gồm các yếu tố nêu trên. Việc chuẩn hóa lại các tham số điều kiện là đưa các tham số này về cùng thứ nguyên, có thể tiến hành bằng cách chia cho giá trị lớn của tham số điều kiện địa chất công trình. Sau khi chuẩn hóa lại, các tham số điều kiện KTTN có khoảng giá trị thay đổi từ 0 đến 1.

- *Tính toán, định lượng hóa các yếu tố điều kiện KTTN* (được thực hiện như sau):

+ Yếu tố độ bất đồng nhất của cấu trúc địa chất được lượng hóa bằng entropy cấu trúc địa chất (ký hiệu là E_{dc}) (Liều và nnk, 2004).

+ Yếu tố hệ số phân tán (ký hiệu là Cd) được tính theo công thức (2):

$$Cd = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \gamma'_i}{\sum_{i=1}^n d_i} \quad (2)$$

Trong đó: d_i là chiều dày của lớp i trong cột địa tầng tính toán; n là số lớp đến độ sâu tính ổn định trượt; γ'_i là hệ số chuyển đổi của vật chất.

Theo các nhà nghiên cứu (Liều và nnk, 2004), hệ số chuyển đổi của một số loại đất như sau: sét, sét pha, cát pha và cát tương ứng là 12, 10, 7 và 5.

Yếu tố độ bền cắt (C) của đất với lực dính ở trạng thái bão hòa được tính theo công thức (3):

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n d_i c'_i}{\sum_{i=1}^n d_i} \quad (3)$$

Trong đó: d_i là chiều dày của lớp i trong cột địa tầng tính toán; c'_i là lực dính của lớp thứ i ; n là số lớp đến độ sâu tính ổn định trượt; γ'_i là hệ số chuyển đổi của vật chất.

Yếu tố chiều cao phân cắt địa hình (ΔH) được tính bằng khoảng chênh cao giữa mặt đất bờ sông và đáy sông; Yếu tố góc dốc bờ sông (α) được lượng hóa bởi giá trị $\tan \alpha$; Yếu tố dao động mực nước dưới đất (Δh): mức độ dao động giữa mực nước cao nhất và thấp nhất; Yếu tố đỉnh lũ hàng năm (H): mức đỉnh lũ hàng năm.

Yếu tố hướng dòng chảy (góc φ): nếu $0 < \varphi < 180^\circ$, bờ bị phá hủy bởi dòng nước, còn $180 < \varphi < 360^\circ$, dòng chảy hầu như không tác động phá hủy bờ (đôi khi, người ta có thể sử dụng góc uốn đường bờ thay cho hướng dòng chảy tác dụng vào bờ).

Các yếu tố trên được tính toán trên cơ sở thiết lập mạng lưới cơ sở dọc theo bờ sông từ cầu Châu Hóa đến Cửa Gianh, trong đó khoảng cách giữa các nút tính toán là 200-500m. Tại các nút tính toán, các tham số định lượng điều kiện KTTN được đưa lên và ta sẽ nhận được mô hình trường biến đổi các tham số điều kiện KTTN.

Việc xác định trọng số các yếu tố điều kiện KTTN được thực hiện bởi phương pháp phân tích thứ bậc *Saaty* (*Saaty's Analytical Hierarchy Process – AHP*) (Thomas et al, 2008). Nội dung chính của phương pháp bao gồm việc xây dựng hệ thống ma trận tương quan các yếu tố điều kiện KTTN về SLBS trên cơ sở so sánh cặp giữa các yếu tố khác nhau của tai biến thiên nhiên.

Từ giá trị các tham số định lượng KTTN và trọng số của chúng, tiến hành xác định chỉ tiêu tích hợp I_Σ theo công thức (1) cho từng nút tính toán trên mạng lưới tính cơ sở. Tập hợp không gian các giá trị tính toán chỉ tiêu tích hợp I_Σ được gọi là mô hình trường biến đổi chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện KTTN về SLBS.

- *Phân vùng định lượng đánh giá dự báo nguy cơ sạt lở bờ sông:*

Theo giá trị tính toán được của chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện KTTN (I_Σ) về sạt lở bờ sông và hàm mục tiêu tương ứng, có thể phân chia bờ sông ở khu vực đồng bằng có tiềm năng, nguy cơ sạt lở với các mức khác nhau (Bảng 1): rất mạnh, mạnh, trung bình, yếu và rất yếu (không bị sạt lở).

Bảng 1. Phân vùng nguy cơ SLBS theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện KTTN vùng ven sông (nguồn: (Liều và nnk, 2004, 2007))

STT	I_Σ	Nguy cơ sạt lở	V (cm/năm)
1	$> 0,6$	Rất mạnh	>150
2	$0,4 < I_\Sigma \leq 0,6$	Mạnh	$50 < V \leq 150$
3	$0,2 < I_\Sigma \leq 0,4$	Trung bình	$20 < V \leq 20$
4	$0 < I_\Sigma \leq 0,2$	Yếu	$0 < V \leq 20$
5	0	Không	0

3.3. Tài liệu sử dụng

Các tài liệu chính sử dụng để tính toán đánh giá sạt lở bờ sông Gianh được sử dụng bao gồm: (1) tài liệu khảo sát, đo đạc tháng 4-5/2017 và tháng 4-5/2018 (Hình 1, Bảng 2), kết quả phân tích của đề tài cấp Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam: “Nghiên cứu đánh giá một số tai biến thiên nhiên điển hình (lụt karst, trượt lở đất, xói lở bờ sông) ở lưu vực sông Gianh; đề xuất các giải pháp phòng tránh, giảm nhẹ thiên tai và khai thác hợp lý lãnh thổ” (VAST.05.05/17-18, thực hiện 2017-2018); (2) tài liệu kế thừa: bản đồ địa hình, địa chất, địa chất thủy văn... (Liều và nnk, 2004, 2007).

Bảng 2. Thống kê các tuyến, điểm khảo sát đáy sông Gianh, tháng 4-5/2018 (Nguyễn Tiến Hải và nnk, đề tài VAST.05.05/17-18). * tính cả bãi bồi giữa sông, ** dòng chính

Tuyến	Vị trí điểm đầu phía Nam Vĩ độ Bắc-kinh độ Đông	Chiều rộng sông (m)	Chiều dài tuyến đo (m)	Số điểm đo	Độ sâu đáy (m)
I	17°758723-106°543321 (Quảng Tiến, Quảng Trạch)	~ 460	450	06	0,5-6,0
II	17°758723-106°543321 (Quảng Tiến, Quảng Trạch)	~ 940	740	06	1,0- 3,5
III	17°769440 -106°295267 (Quảng Tân, Ba Đồn)	~ 800*	490**	06	0,5-8,0
IV	17°787926-106°273532 (Quảng Hải, Ba Đồn)	~ 1.200*	335**	07	0,8-6,5
V	17°758772-106°537289 (Quảng Hải, Ba Đồn)	~ 1.500*	670**	05	0,5-5,0
VI	17°360373-106°333837 (Quảng Phú, Ba Đồn)	~ 650	550	05	5,0-11,5
VII	17°571282-106°543486 (Nam Trạch, Bồ Trạch)	~ 900	750	07	1,0-12,5

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Đánh giá vai trò các yếu tố KTTN tác động đến SLBS ở lưu vực sông Gianh

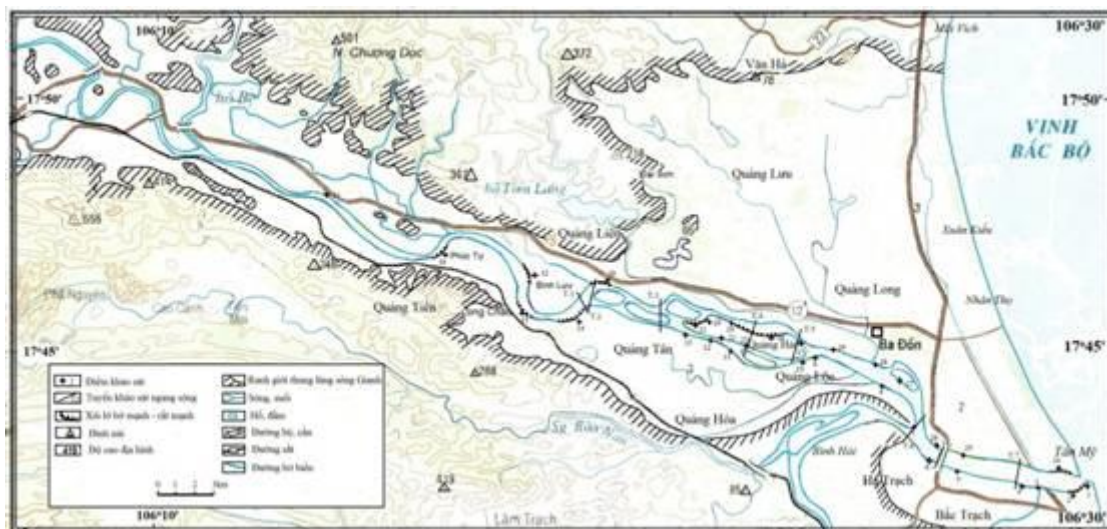
4.1.1. Yếu tố hướng dòng chảy nước sông

Dòng chảy là yếu tố chính trực tiếp (yếu tố chủ động) gây ra xói lở bờ làm SLBS.

Dọc theo sông ở KVNC, các đoạn sông có nguy cơ cao bị xói lở với mức độ từ trung bình đến rất mạnh bởi dòng chảy sông (những đoạn có phương hướng dòng chảy tạo góc $0^{\circ} < \varphi < 180^{\circ}$) là các đoạn sông: phía Bắc xã Quảng Tiến, Bắc xã Quảng Hải, Bắc xã Quảng Lộc và phía Tây phường Quảng Thuận. Những đoạn sông còn lại ($180^{\circ} \leq \varphi \leq 360^{\circ}$), tác động của dòng chảy đối với bờ ở mức không đáng kể.

4.1.2. Yếu tố thành phần vật chất bờ sông

Sông Gianh từ cầu Châu Hóa đến cửa Gianh chủ yếu là phần đồng bằng cửa sông Gianh (phần lớn thuộc hạ lưu sông) với thành phần vật chất chính là các trầm tích bờ rời (Trung, 1996): sông (a), sông-biển (am) và biển-sông (ma) với thành phần chủ yếu là cát, bột sét bờ rời khá đồng nhất. Do vật chất như vậy, nên độ bất đồng nhất của cấu trúc địa chất là không đáng kể, nhưng hệ số phân tán là khá cao (do đặc điểm phân lớp của các trầm tích).



Hình 1. Sơ đồ thung lũng - đồng bằng sông Gianh và một số tuyến, điểm khảo sát, đo đạc

4.1.3. Yếu tố độ cao bờ sông, độ sâu lòng sông

Theo kết quả khảo sát, đo đạc thực tế của đề tài VAST.05.05/17-18 trong 2 năm 2017 và 2018, độ sâu đáy sông (tính theo mực nước trung bình trong mùa khô vào thời điểm mực triều hạ) dao động trong khoảng 4 đến 12 m (Bảng 2), trong đó tại mỗi mặt cắt ngang sông, độ sâu đáy cũng không ổn định (phần lớn độ sâu lớn của đáy lệch về phía bờ cung lõm, nơi bờ bị xói lở mạnh). Cũng theo các tài liệu này, độ chênh cao giữa bề mặt bờ sông và mực nước sông (trong thời gian triều hạ thấp nhất) phổ biến là ~ 2 m. Yếu tố KTTN này rất quan trọng đối với hoạt động SLBS.

4.1.4. Yếu tố góc dốc bờ sông

Góc dốc của bờ sông Gianh ở khu vực đồng bằng cửa sông Gianh dao động chủ yếu từ 20° đến trên 60° (số liệu đo trực tiếp trong 2 đợt khảo sát 4-5/2017 và 4-5/2018 của đề tài VAST.05.05/17-18 do tác giả trực tiếp thực hiện). Yếu tố KTTN này có vai trò quan trọng đối với hoạt động SLBS.

4.1.5. Yếu tố mực nước lũ hàng năm

Yếu tố KTTN mực nước lũ của sông đặc biệt quan trọng đối với các hiện tượng, hoạt động của sông. Mực nước lũ ảnh hưởng rất lớn đến độ chênh cao giữa mực nước sông và mặt bờ sông, giữa mực nước sông và độ sâu đáy sông, ảnh hưởng mạnh tới hướng và tốc độ dòng chảy nước sông. Trong điều kiện, mực nước lũ quá cao (vượt độ cao bề mặt bờ sông) là cho nước sông tràn ngập bờ, khi đó hoạt động xói lở (và bồi tụ) ở khu vực dòng sông và kế cận rất phức tạp và rất khó khăn trong việc đánh giá nguy cơ SLBS. Trong bài viết này, mực nước lũ cao nhất được tính là mực nước xấp xỉ mặt bờ sông.

Đánh giá chung, có thể đánh giá vai trò của các yếu tố trên như sau: (1) phương hướng dòng chảy ϕ là quan trọng (7 điểm); (2) đỉnh lũ hàng năm H quan trọng nhất (9 điểm); (3) góc dốc bờ α được lượng hóa ở dạng tg α là quan trọng (7 điểm); (4) độ bền cắt đất đá của bờ C là quan trọng vừa (3 điểm); (5) độ bất đồng nhất của cấu trúc địa chất bờ E_{dc} là khá quan trọng (5 điểm); (6) hệ số phân tán - lượng hóa thành phần vật chất (Cd) kém quan trọng (1 điểm); (7) dao động mực nước dưới đất Δh : quan trọng (3 điểm); (8) khoảng chênh cao giữa mặt đất bờ sông và đáy sông ΔH : khá quan trọng (5 điểm).

Kết quả so sánh cặp số thông minh theo phương pháp AHP, ta có ma trận tương quan các yếu tố điều kiện KTTN về SLBS ở lưu vực sông Gianh (Bảng 3).

Bảng 3. Ma trận tương quan các yếu tố điều kiện KTTN về SLBS ở lưu vực sông Gianh

Yếu tố	φ	H	tga	C	ΔH	E_{dc}	Δh	Cd
Φ	1	3	3	1	5	7	7	9
H	1/3	1	3	1	5	5	7	9
$tg\alpha$	1/3	1	1	1/3	1	3	5	7
C	1	3	5	1	3	5	5	7
ΔH	1/5	1/5	1/3	1/3	1	1	3	5
E_{dc}	1/7	1/5	1/3	1/3	1	1	1/3	3
Δh	1/3	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1	3
Cd	1/3	1/9	1/7	1/7	1/3	1	1	1
Tổng	3,675	8,654	13,009	4,342	16,666	23,333	29,333	44,000

Bảng 4. Ma trận xác định trọng số của các yếu tố điều kiện KTTN về sạt lở bờ sông Gianh

Yếu tố	φ	H	tga	C	ΔH	E_{dc}	Δh	Cd	Trọng số
φ	0,272	0,346	0,230	0,230	0,300	0,300	0,239	0,204	0,265
H	0,091	0,115	0,230	0,230	0,300	0,214	0,239	0,204	0,203
tga	0,091	0,115	0,018	0,076	0,060	0,128	0,170	0,159	0,102
C	0,272	0,346	0,384	0,230	0,180	0,214	0,170	0,159	0,244
ΔH	0,054	0,023	0,025	0,076	0,060	0,043	0,102	0,114	0,062
E_{dc}	0,039	0,023	0,025	0,076	0,060	0,043	0,011	0,068	0,055
Δh	0,091	0,016	0,015	0,046	0,02	0,014	0,034	0,068	0,038
Cd	0,091	0,013	0,011	0,033	0,020	0,043	0,034	0,023	0,033

Từ kết quả Bảng 3, ta xác định được trọng số của các yếu tố điều kiện KTTN (Bảng 4).

Lưới cơ sở tính toán đánh giá có khoảng cách không ổn định từ 200-500 m với tổng số điểm nút tính toán 336 điểm cho cả 2 bờ sông và các đảo. Kết quả tính toán cho thấy chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện KTTN khu vực ven sông Gianh và các đảo dao động từ 0,11 đến 0,78. Bảng 5 thể hiện kết quả tính l_{Σ} một số điểm dọc sông Gianh.

Bảng 5. Giá trị l_{Σ} tại một số điểm tính toán dọc 2 bờ sông Gianh

STT*	Điểm	Tọa độ	l_{Σ}	Ghi chú
1	BN01	17°703499 - 106°491141	0,421	XL mạnh
2	BN02	17°701866 - 106°487366	0,436	XL mạnh
3	BN07	17°710043 - 106°443106	0,318	XL trung bình
4	BN08	17°703995 - 106°470384	0,357	XL trung bình
5	BN10	17°714454 - 106°431283	0,287	XL trung bình
6	BN14	17°722785 - 106°424251	0,159	XL yếu
7	BN18	17°722459 - 106°432665	0,224	XL trung bình
8	BN20	17°773128 - 106°430280	0,172	XL yếu
9	BN23	17°738305 - 106°417040	0,418	XL mạnh
10	BN27	17°745166 - 106°492977	0,437	XL mạnh
11	BN30	17°745164 - 106°392511	0,441	XL mạnh
12	BN35	17°743202 - 106°376722	0,177	XL yếu
13	BN36	17°752350 - 106°361800	0,293	XL trung bình
14	BN38	17°754799 - 106°301501	0,514	XL mạnh
15	BN65	17°754441 - 106°352988	0,612	XL rất mạnh
16	BN76	17°760997 - 106°296205	0,633	XL rất mạnh
17	QH01	17°750556 - 106°393544	0,154	XL yếu
18	QH02	17°733894 - 106°326478	0,524	XL mạnh
19	QH05	17°756437 - 106°373125	0,626	XL rất mạnh
20	QH08	17°760521 - 106°363684	0,352	XL trung bình
21	QH09	17°759703 - 106°360595	0,647	XL rất mạnh
22	QH11	17°758395 - 106°355276	0,621	XL rất mạnh
23	QH13	17°758395 - 106°355961	0,304	XL trung bình
24	BB107	17°710033 - 106°471073	0,176	XL yếu
25	BB109	17°714123 - 106°481861	0,253	XL trung bình
26	BB112	17°731043 - 106°435739	0,483	XL mạnh
27	BB114	17°736018 - 106°434882	0,183	XL yếu
28	BB117	17°740429 - 106°427850	0,459	XL mạnh
29	BB120	17°745003 - 106°421161	0,367	XL trung bình
30	BB122	17°748212 - 106°409668	0,418	XL mạnh
31	BB139	17°758236 - 106°387008	0,636	XL rất mạnh

32	BB148	17°76'41.14" - 106°35'50.41"	0,673	XL rất mạnh
33	BB231	17°79'56.14" - 106°23'25.65"	0,513	XL mạnh

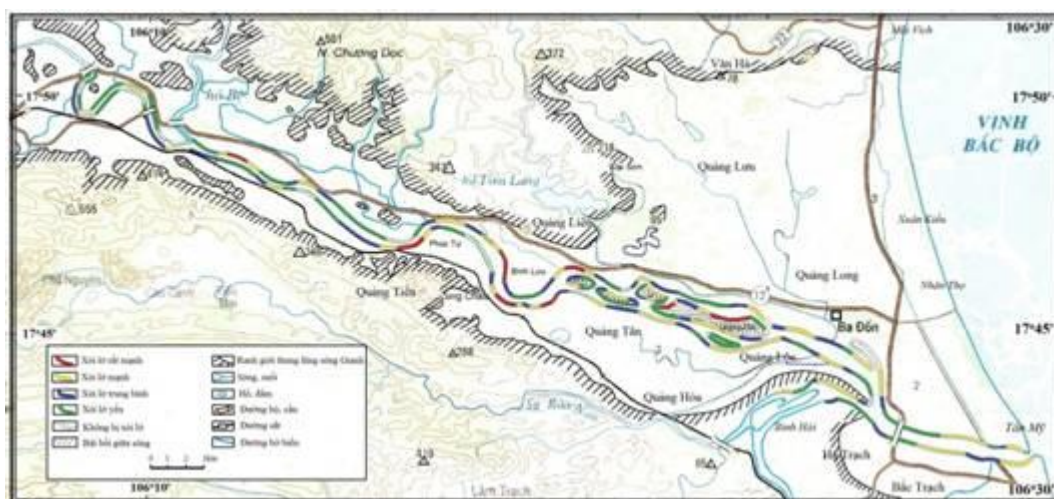
*. Số thứ tự của điểm tính toán tương ứng với số thứ tự trên sơ đồ Hình 1.

Bảng 6. Thống kê các đoạn bờ sông Gianh có nguy cơ bị sạt lở (đơn vị chiều dài: m)

Khu vực bờ, chiều dài (m)	Xói lở rất mạnh		Xói lở mạnh		Xói lở trung bình		Xói lở yếu		Không xói lở	
	Chiều dài	Tỷ lệ (%)	Chiều dài	Tỷ lệ (%)	Chiều dài	Tỷ lệ (%)	Chiều dài	Tỷ lệ (%)	Chiều dài	Tỷ lệ (%)
Bờ Bắc: 69.000, 0	4.750 (3 đoạn)	6,88	17.750 (15 đoạn)	25,72	11.000 (12 đoạn)	15,94	26.000 (13 đoạn)	37,68	9.500 (5 đoạn)	13,78
Bờ Nam: 65.000, 0	4.250 (3 đoạn)	6,54	19.500 (10 đoạn)	30,0	17.500 (13 đoạn)	26,92	8.500 (4 đoạn)	13,08	15.250 (3 đoạn)	23,46
Bờ 5 đảo: 25.380, 0	3.500 (2 đoạn)	13,79	8.000/ 6 đoạn	31,53	4.875 (6 đoạn)	19,21	7.750 (5 đoạn)	30,54	1.250	4,93

4.2. Sơ đồ phân vùng nguy cơ SLBS ở hạ lưu lưu vực sông Gianh

Kết quả đánh giá nguy cơ SLBS sông Gianh được thể hiện trên sơ đồ phân vùng nguy cơ SLBS (Hình 2). Theo phân vùng này, dọc theo bờ sông Gianh (từ cầu Châu Hóa đến Cửa Gianh), các mức nguy cơ SLBS như sau (Bảng 6, Hình 2):



Hình 2. Sơ đồ phân vùng nguy cơ sạt lở bờ sông Gianh (đoạn cầu Châu Hóa - Cửa Gianh) theo phương pháp các chỉ tiêu yếu tố KTTN vùng ven sông

Nguy cơ SLBS mạnh nhất: dọc bờ Bắc có 3 đoạn thuộc xã Văn Hóa, Tuyên Hóa với tổng chiều dài 4.759 m (6,88%, tổng chiều dài bờ 69 km), còn ở bờ Nam có 3 đoạn bờ thuộc Châu Hóa (Tuyên Hóa) và Quảng Tiên (Quảng Trạch) dài 4.250 m (6,54% tổng chiều dài bờ 65 km) và ở các đảo, có 2 đoạn bờ dài chung 3.500 m thuộc đảo xã Quảng Hải (13,79% tổng chiều dài 25,4 km).

Nguy cơ SLBS mạnh: bờ Bắc có 15 đoạn với chiều dài tổng là 17.750 m bờ (25,72%), bờ Nam có 10 đoạn bờ chiều dài tổng 19.500 m (30,0%) và các đảo có 6 đoạn (dài tổng 8.000 m, 31,53%).

Nguy cơ SLBS trung bình: bờ Bắc có 11.000 m gồm 12 đoạn bờ (15,94%), bờ Nam có 17.500 m (26,92%) với 13 đoạn bờ, các đảo có 4.875m bờ (19,21%) gồm 6 đoạn bờ.

Nguy cơ SLBS mức yếu: bờ Bắc có 26.000 m bờ (37,68%) gồm 13 đoạn, bờ Nam có 8.500 m (khoảng 13,08%) gồm 4 đoạn, các đảo có 5 đoạn với chiều dài tổng khoảng 7.750 m (30,54%).

Các đoạn bờ còn lại không bị sạt lở: bờ Bắc có 9.500 m bờ (13,78%, 5 đoạn), bờ Nam có khoảng 15.250 m (3 đoạn, khoảng 23,46%) và các đảo có khoảng 1.250 m bờ (4,93%).

5. Thảo luận

Kết quả nghiên cứu trên cho thấy, dọc theo sông Gianh ở KVNC, mức độ nguy cơ bị sạt lở rất mạnh trên 2 bờ Bắc và Nam chênh nhau không nhiều (6,8% ở bờ Bắc so với 6,54% ở bờ Nam), nhưng nguy cơ sạt lở mạnh và trung bình ở bờ Nam cao hơn khá nhiều so với ở bờ Bắc (30,0% và 26,92% so với 25,72% và 15,94%) ngược lại, nguy cơ sạt lở yếu thấp hơn (13,08% so với 37,68%). Theo hình dạng bờ, ở cả 2 bờ Bắc và Nam, nguy cơ sạt lở cao diễn ra chủ yếu ở các đoạn bờ sông uốn khúc, nhất là tại các khúc sông có độ uốn cao (đoạn Phúc Tiến, xã Quảng Tiến đến - đầu đảo Tiên Xuân).

Tại các đảo, nguy cơ sạt lở rất mạnh xảy ra với mức khá cao (13,79%), nhưng chủ yếu xảy ra trên đảo lớn nhất là đảo xã Quảng Hải.

Kết quả cũng cho thấy, tại đoạn sông có 2 dòng chảy (từ cồn Tiên Xuân đến cuối cồn Quảng Hải), nguy cơ sạt lở cao chủ yếu ở là bờ của dòng chính (dòng sông phía Bắc); còn ở bờ dòng phụ phía Nam, nguy cơ sạt lở bờ thấp hơn.

Đối sánh với thực tế, kết quả khảo sát cho thấy giữa lý thuyết tính toán trên cơ bản phù hợp với hiện trạng SLBS đang diễn ra trong đoạn sông nghiên cứu. Thực tế, hoạt động xói lở bờ diễn ra rất mạnh tại bờ Bắc và bờ Tây bắc đảo Quảng Hải, khu vực gần ga Lạc Sơn (bờ lõm xã Văn Hóa), đoạn bờ lõm Long Châu (bờ Bắc), khu vực Cửa Gianh.... Các nơi diễn ra xói lở bờ với mức thấp hơn trên thực tế cũng khá tương ứng với kết quả đánh giá nguy cơ SLBS theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện kỹ thuật - tự nhiên).

6. Kết luận

Từ những kết quả nêu trên, có thể đưa ra một số kết luận sau:

Dọc theo sông Gianh, đoạn từ cầu Châu Hóa đến Cửa Gianh, nguy cơ sạt lở ở cả 2 bờ với mức rất mạnh chiếm khoảng 6,5 đến 6,8% tổng chiều dài của mỗi bờ, sạt lở mạnh chiếm khoảng 25,7-30%, sạt lở trung bình là 13,0-38%, còn lại các đoạn bờ có nguy cơ sạt lở yếu hoặc không bị sạt lở.

Nguy cơ xảy ra sạt lở mạnh và rất mạnh chủ yếu diễn ra trên bờ cung lõm thuộc các đoạn sông uốn khúc. Độ uốn khúc của sông càng cao, thì nguy cơ bờ lõm bị sạt lở càng lớn. Dọc đoạn sông từ cầu Châu Hóa đến Cửa Gianh (khoảng 70 km), nguy cơ biến động, thay đổi hình thái dòng sông diễn ra mạnh nhất và chủ yếu là tại các đoạn sông uốn khúc (đoạn Phúc Tiến, xã Quảng Tiến - đầu đảo Tiên Xuân).

Quá trình động lực chính, chủ yếu gây ra sạt lở bờ là quá trình xói bờ do tác động của dòng chảy sông đối với vật chất nhóm B tạo nên bờ. Tại đoạn sông có 2 dòng (từ cồn Tiên Xuân đến cuối cồn Quảng Hải), dọc theo dòng chính (dòng sông phía Bắc) mức độ sạt lở 2 bên bờ cao hơn so với sạt lở bờ ở dòng phụ phía Nam. Trên các đảo giữa sông, nguy cơ xảy ra sạt lở cao là các đoạn bờ lõm dọc theo dòng chảy chính phía Bắc.

Phương pháp đánh giá, phân vùng nguy cơ sạt lở bờ sông theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện kỹ thuật - tự nhiên vùng ven sông là phương pháp có hiệu quả cao và phù hợp đối với nhiệm vụ đánh giá, phân vùng nguy cơ sạt lở bờ sông ở các sông có vật chất tạo nên đường bờ là vật chất nhóm B kém bền vững về tính chất cơ lý và địa chất công trình.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ của đề tài cấp Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam: mã số VAST.05.05/17-18 theo 7 hướng ưu tiên. Tập thể tác giả trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ quý báu này.

Văn liệu

Nguyễn T. Hải, Đỗ C. Dương, 2010. Đặc điểm xói lở - bồi tụ và tiến hóa vùng cửa sông Lam trong Holocen - Hiện đại. *Hội nghị Khoa học kỷ niệm 35 năm Viện KH&CN Việt Nam. Hà Nội.*

Trần T. Huệ và nnk, 2005. Nghiên cứu đánh giá TBĐC và các giải pháp phòng tránh. *Hội nghị Khoa học kỷ niệm 30 năm Viện KH&CN Việt Nam, quyển III, tr.329-344.*

Trần M. Liễu, Đoàn H. Hiên, 2004. Sử dụng khái niệm entropy đánh giá tính bất đồng nhất của hệ địa kỹ thuật. *TC Khoa học công nghệ Xây dựng số 3.*

Trần M. Liễu, Nguyễn V. Tá, Cao T. Tùng, 2007. Phương pháp đánh giá dự báo khả năng sạt lở bờ sông theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện kỹ thuật - tự nhiên vùng ven sông. *TC Khoa học công nghệ Xây dựng, số 1.*

Trần T. Toàn (Chủ biên), 1991. Quảng Bình: Điều kiện tự nhiên, tài nguyên, môi trường, kinh tế - xã hội và phát triển. *Ban KH&KT Quảng Bình.*

Nguyễn Q. Trung (Chủ biên), 1996. Bản đồ Địa chất và khoáng sản, 1/200.000 tờ Mahaxay - Đồng Hới. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

Trần V. Tư, Đào M. Đức, Trần L. Lan, 2011. Đặc điểm địa chất công trình nền đê sông Hồng khu vực Hà Nội và các tai biến địa chất liên quan. *TC Các KH về TD, 33/3ĐB:480-493. Hà Nội.*

Bộ Xây dựng, 2006. Chỉ dẫn kỹ thuật công tác khảo sát địa chất công trình cho xây dựng trong vùng karst. *Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam (TCXDVN 366:2006), Biên soạn lần 1, Hà Nội.*

Mohamed S.M. Salem, Kamel A. Fantazy, 2014. The Use of Analytic Hierachy Process (AHP) in the Determination of Earnings Quality: The Case of UAE. *J. of Modern Accounting and Auditing, ISSN 1548-6583, 10/3:308-326.*

Thomas L. Saaty, 2008. Decision making with the analytic hierarchy Process. *Int. J. Services Sciences, 1/1.*

Бондарик Г.К. О количественной оценке инженерно-геологических условий. *Советская Геология, 1992, номер 4.*

ПЕНДИН В.В., 1992. Комплексный количественный анализ информации в инженерной геологии. *Автореф дисс доктора г-м н.*

Từ khóa: Sạt lở bờ sông, sông Gianh, điều kiện kỹ thuật.