

# 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

ThS. **NGUYỄN VĂN TÁ**  
Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội  
TSKH. **TRẦN MẠNH LIÊU**  
Viện KHCN Xây dựng  
ThS. **CAO THANH TÙNG**  
Sở Kế hoạch Đầu tư Thanh Hoá

## 1. Đặt vấn đề

Sạt lở bờ sông luôn là mối đe dọa cho công trình và các hoạt động kinh tế ven bờ, đặc biệt là khu vực đồng bằng Bắc Bộ, sạt lở bờ sông còn đe dọa đến cả ổn định của hệ thống đê - công trình an toàn quốc gia. Đối với các đô thị lớn, nghiên cứu dự báo sạt lở bờ sông có ý nghĩa quan trọng bởi vì sông là trực phát triển kinh tế của đô thị.

Các yếu tố tham gia vào quá trình sạt lở bờ sông rất đa dạng và tỷ phần tham gia của các yếu tố rất khác nhau, vì vậy các phương pháp dự báo truyền thống về sạt lở bờ sông gặp nhiều khó khăn và khó định lượng. Phương pháp đánh giá dự báo khả năng sạt lở bờ sông theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện địa kỹ thuật vùng ven sông sẽ phân tích, xác định định lượng vai trò của từng yếu tố và tích hợp chúng trong một chỉ tiêu chung để phân vùng dự báo khả năng sạt lở bờ sông làm cơ sở cho việc quy hoạch sử dụng hợp lý đới ven bờ và luận chứng các giải pháp phòng chống sạt lở.

## 2. Cơ sở của phương pháp

Điều kiện kỹ thuật – tự nhiên vùng ven sông được hiểu là tổ hợp các yếu tố về điều kiện tự nhiên và các hoạt động kinh tế của con người quyết định quá trình vận hành (hoạt động) của hệ thống kỹ thuật – tự nhiên vùng ven sông. Các yếu tố đó được chia thành các nhóm như sau:

- Cấu trúc địa chất và tính chất cơ lý của đất đá vùng ven sông;
- Địa hình - địa mạo;
- Cấu trúc địa chất thủy văn và đặc điểm vận động của nước ngầm;
- Chế độ thủy văn và đặc điểm tác động của nước mặt;
- Thảm thực vật và đặc điểm che phủ;
- Đặc điểm tác động của các hoạt động kinh tế – công trình đến môi trường địa chất;

Các yếu tố này liên quan, tương hỗ với nhau và được coi như một hệ thống (hệ thống các yếu tố điều kiện kỹ thuật – tự nhiên vùng ven sông). Vai trò của của từng yếu tố trong hệ thống rất khác nhau, phụ thuộc vào mục tiêu nghiên cứu. Ví dụ: nếu mục tiêu nghiên cứu là đánh giá dự báo sạt lở bờ sông thì vai trò của nước mặt quan trọng hơn nước ngầm, nhưng nếu mục tiêu nghiên cứu là đánh giá dự báo áp lực ngang lên tường chắn của hố đào sâu thì nước ngầm giữ vai trò quan trọng hơn nước mặt. Mục tiêu nghiên cứu sẽ quyết định thành phần của hệ thống các yếu tố điều kiện kỹ thuật – tự nhiên (KTTN) cần phải lựa chọn để nghiên cứu - đánh giá. Tập hợp các yếu tố điều kiện kỹ thuật – tự nhiên đã lựa chọn được gọi là *mô hình nguyên tắc*. Tính hợp lý của mô hình nguyên tắc được không chế bởi hệ số tương quan nhiều chiều R. 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 các mối quan hệ với mục tiêu nghiên cứu, giữa các yếu tố cũng tồn tại các quan hệ cặp đôi. Trên cơ sở của các hệ số liên hệ đó có thể xác định được vai trò (tỷ trọng) 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 ven đê ( $I_{\bar{s}}$ ):

$$I_{\bar{s}} = \sum_{i=1}^p g_i R_i^H \quad (1)$$

Trong đó  $g_i$  là tỷ trọng của yếu tố thứ  $i$ ,  $R_i^H$  là tham số định lượng của yếu tố thứ  $i$ .

## 3. Nội dung của phương pháp

Phương pháp đánh giá dự báo khả năng sạt lở bờ sông theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện KTTN vùng ven sông được tiến hành theo các bước như sau:

**Luận chứng hàm mục tiêu và mô hình nguyên tắc**

Với mục tiêu nghiên cứu đánh giá dự báo sạt lở bờ sông, hàm mục tiêu tương ứng có thể lựa chọn là tốc độ sạt lở bờ sông (Vm/năm). Mô hình nguyên tắc được lựa chọn trên cơ sở phân tích nguyên nhân và điều kiện của quá trình sạt lở bờ sông. Các yếu tố điều kiện KTTN liên quan bao gồm: cấu trúc địa chất (độ bất đồng nhất và thành phần vật chất); tính chất cơ lý của đất đá (độ bền cắt); địa hình (chiều cao phân cắt địa hình, góc dốc); điều kiện địa chất thủy văn (chiều sâu mực nước ngầm); thủy văn (mức nước lũ, hướng dòng chảy); Các phụ tải (nếu có).

**Định lượng hoá các yếu tố điều kiện KTTN**

- Độ bất đồng nhất của cấu trúc địa chất được lượng hoá bằng entropy cấu trúc địa chất ( $E_{sc}$ ) [1].
- Thành phần vật chất của đất đá được lượng hoá bằng hệ số phân tán ( $Cd$ ):

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

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;  
 $\gamma'_i$  là hệ số chuyển đổi được cho ở bảng 1.

**Bảng 1. Hệ số chuyển đổi của một số loại đất**

Tên đất	$\gamma'_i$
Sét	12
Sét pha	10
Cát pha	7
Cát	5

- Độ bền cắt của đất chọn lực dính ở trạng thái bão hoà ( $C$ ):

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

Trong đó:

- $C'_i$  là lực dính của lớp thứ  $i$ ;
- Chiều cao phân cắt địa hình được tính bằng khoảng chênh cao giữa mặt đất bờ sông và đáy sông ( $\Delta H$ );
- Góc dốc bờ sông ( $\alpha$ ) được lượng hoá ở dạng ( $tg \alpha$ );
- Dao động mực nước ngầm ( $\Delta h$ );
- Đỉnh lũ hàng năm ( $H$ );
- Hướng dòng chảy tác dụng vào bờ được đánh giá thông qua góc tạo bởi hướng đường dòng và tiếp tuyến đường bờ ( $\psi$ ). Nếu  $0 < \psi < 180$  bờ bị phá huỷ bởi dòng nước, nếu  $180 < \psi < 360$  bờ được bảo vệ bởi dòng chảy. Để đơn giản có thể thay hướng dòng chảy tác dụng vào bờ bằng góc uốn đường bờ.

Như vậy vận tốc sạt lở hàng năm (Vm/năm) là hàm của các yếu tố điều kiện KTTN:

$$V = f(E_{sc}, Cd, C, \Delta H, tg \alpha, \Delta h, H, \psi)$$

**Xây dựng mô hình trường biến đổi các tham số điều kiện KTTN**

Xây dựng mạng lưới tính toán cơ sở dọc theo bờ sông với khoảng cách 200 - 500m/ một nút tính toán. Tại các nút tính toán đưa lên các tham số định lượng điều kiện KTTN sẽ nhận được mô hình trường biến đổi các tham số điều kiện KTTN.

**Xác định tỷ trọng các tham số điều kiện KTTN**

Trên cơ sở các số liệu quan trắc tại một số trạm điển hình trên tuyến bờ sông nghiên cứu, việc xác định tỷ trọng của các tham số điều kiện KTTN được trình bày trong [2, 3].

**Chuẩn hóa lại các tham số điều kiện KTTN**

Việc chuẩn hóa lại các tham số điều kiện KTTN được hiểu là đưa các tham số đó về cùng thứ nguyên, về vấn đề này có thể tiến hành bằng cách chia cho giá trị lớn nhất của tham số điều kiện ĐCCT, sau khi chuẩn hóa lại thì các tham số điều kiện ĐCCT có khoảng giá trị thay đổi từ 0 đến 1.

**Tính toán chỉ tiêu tích hợp điều kiện KTTN**

Chỉ tiêu tích hợp  $I_s$  được tính 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  $I_s$  được gọi là mô hình trường biến đổi chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện KTTN về sạt lở bờ sông.

**Phân vùng định lượng đánh giá dự báo khả năng sạt lở bờ sông**

Theo giá trị tính toán được của chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện KTTN về sạt lở bờ sông và hàm mục tiêu tương ứng, bờ sông khu vực nghiên cứu có thể phân chia thành các khu vực có tiềm năng sạt lở khác nhau (sạt lở rất mạnh, sạt lở mạnh, sạt lở trung bình, không có khả năng sạt lở,...).

**4. Khả năng sạt lở bờ sông Hồng khu vực Hà Nội**

**Cơ sở tài liệu**

Các tài liệu sử dụng để tính toán đánh giá sạt lở bờ sông Hồng khu vực Hà Nội được thu thập từ Viện Khoa học công nghệ Xây dựng và các nguồn lưu trữ khác bao gồm:

- Tài liệu quan trắc sạt lở bờ sông Hồng khu vực Hà Nội tại 8 trạm (Duyên Hà - Thanh Trì, kè Thanh Trì, cảng Phà Đen, kè Phú Gia, kè Thụy Phương, xã Bát Tràng, chân cầu Long Biên, xã Hải Bối - Đông Anh) năm 2004 - 2005.
- Bản đồ địa hình lòng sông Hồng khu vực Hà Nội, tỷ lệ 1: 25.000 và 16 mặt cắt ngang địa hình tương ứng đo tháng 11/2004 và hơn 50 mặt cắt khác đo ở các thời kỳ khác nhau.
- Bản đồ địa hình Hà Nội khu vực ven sông Hồng tỷ lệ 1: 10.000 và 1: 25.000
- Sơ đồ địa chất công trình dải đất ngoài đê sông Hồng khu vực Hà Nội tỷ lệ 1: 25.000 và các mặt cắt địa chất, các hình trụ lỗ khoan tương ứng.
- Các số liệu theo dõi về nước mặt, nước ngầm ven sông Hồng trong nhiều năm.
- Các số liệu thí nghiệm về tính chất cơ lý của đất ven sông Hồng khu vực Hà Nội.

Các số liệu thu thập tuy rất nhiều nhưng không đồng bộ, đặc biệt là số liệu quan trắc sạt lở bờ sông quá ít ảnh hưởng rất nhiều đến kết quả thống kê. Tuy nhiên các số liệu cũng cho được những kết quả dự báo ban đầu.

**Kết quả tính toán đánh giá**

Lưới cơ sở tính toán đánh giá có khoảng cách không ổn định từ 200 – 500m với tổng số điểm nút tính toán 312 điểm cho cả 2 bờ sông. Kết quả tính toán cho thấy chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện KTTN khu vực ven sông Hồng với sạt lở bờ sông dao động trong phạm vi từ 0,11 đến 0,78, tương ứng với tốc độ sạt lở quan sát được từ 0 cm đến 5,1 m/ năm (khu vực Hải Bối). Chỉ tiêu phân vùng đánh giá khả năng sạt lở bờ sông Hồng khu vực Hà Nội thể hiện trên bảng 2.

**Bảng 2. Phân vùng khả năng sạt lở bờ sông Hồng khu vực Hà Nội theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố KTTN vùng ven sông**

Khả năng sạt lở bờ sông	$I_s$	V (cm/năm)
Rất mạnh	> 0.6	> 150
Mạnh	0.6 – 0.4	150 - 50
Trung bình	0.4 - 0.2	50 - 20
Rất yếu	< 0.2	<20

Kết quả đánh giá khả năng sạt lở bờ sông Hồng khu vực Hà Nội được trình bày trên bản đồ phân vùng khả năng sạt lở bờ sông Hồng khu vực Hà Nội theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện KTTN vùng ven sông.

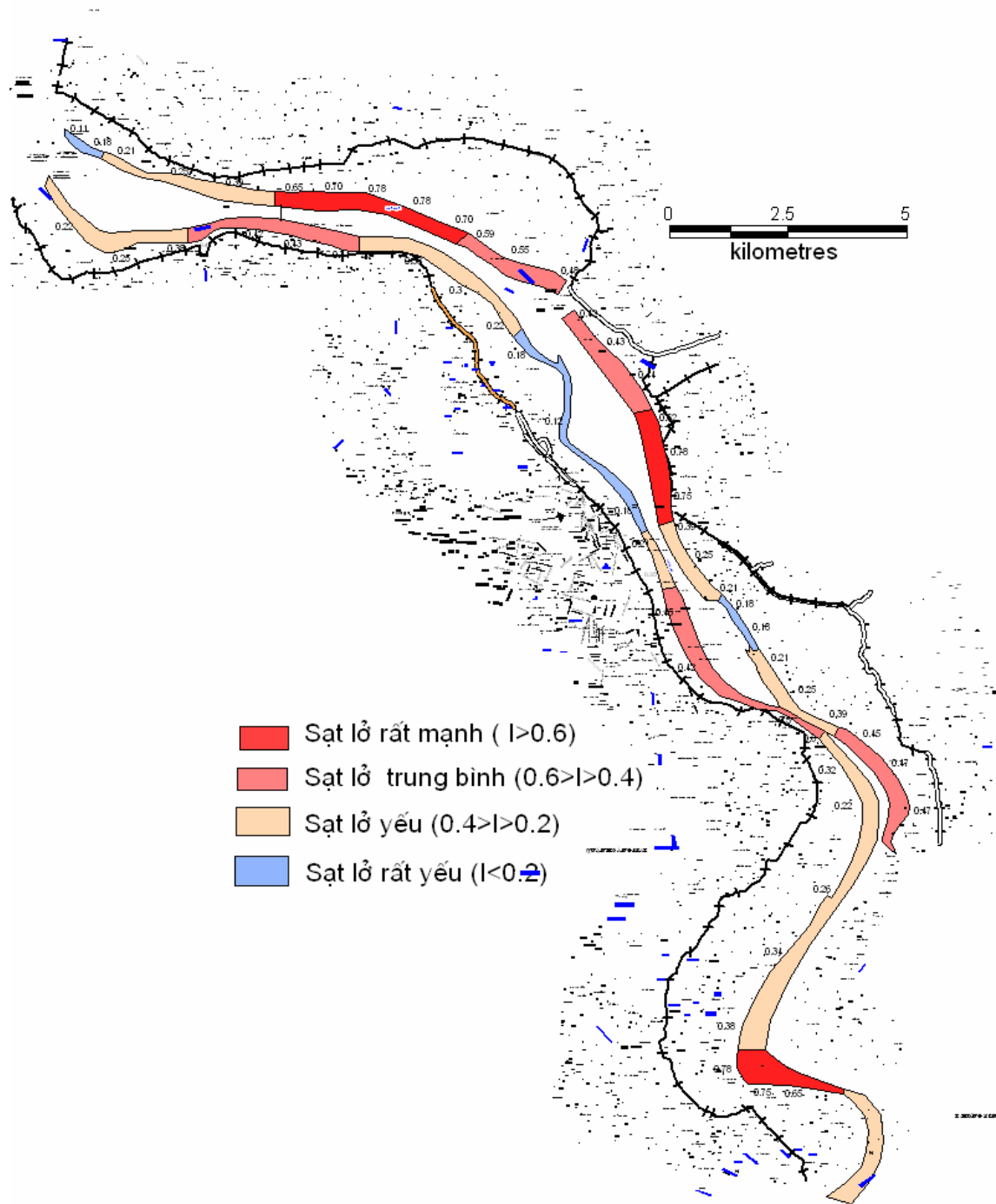
**5. Kết luận**

Phương pháp đánh giá dự báo khả năng sạt lở bờ sông theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện địa kỹ thuật vùng ven sông cho phép xác định định lượng vai trò của từng yếu tố tham gia vào quá trình phá huỷ bờ sông, làm cơ sở khoa học cho các giải pháp phòng chống thích hợp tương ứng.

Độ tin cậy của các số liệu tính toán theo phương pháp đã lựa chọn càng tăng khi số liệu quan trắc càng đầy. Phương pháp này có thể áp dụng tốt cho nghiên cứu tại biển tự nhiên và nhân sinh, bảo vệ môi trường.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. TRẦN MẠNH LIỄU, ĐOÀN HUY HIỀN. Sử dụng khái niệm entropy đánh giá tính bất đồng nhất của hệ địa kỹ thuật. *Tạp chí KHCN Xây dựng số 3/2004.*
2. TRẦN MẠNH LIỄU, NGUYỄN VĂN TÁ. Phân vùng định lượng điều kiện địa chất công trình phục vụ xây dựng. *Tạp chí Địa chất công trình và môi trường số 1/2005.*
3. TRẦN MẠNH LIỄU, LÊ CHÍ HƯNG. Đánh giá khả năng lún mặt đất do khai thác nước ngầm khu vực Tây nam Hà Nội theo các số liệu quan trắc lún tại các trạm. *Tạp chí Địa kỹ thuật, số 2/2005.*
4. Бондарик Г. К. О количественной оценке инженерно-геологических условий. *Советская Геология, 1992, номер 4.*
5. ПЕНДИН В В. Комплексный количественный анализ информации в инженерной геологии. *Автореферат дисс доктора г-м н, 1992.*



**Hình 1.** Sơ đồ phân vùng khả năng sạt lở bờ sông Hồng khu vực Hà Nội theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện KTTN vùng ven sông