

# ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ - DỰ BÁO SẠT LỎ - BỒI LẤP SÔNG KHI KHẢO SÁT SÔNG VU GIA VÀ THU BỒN (QUẢNG NAM)

NGUYỄN VĂN HOÀNG, TRẦN TRỌNG HUỆ,  
LÊ THỊ MINH TÂM

## I. ĐÁNH GIÁ BÁN ĐỊNH LƯỢNG KHẢ NĂNG CẮT TẠO LÒNG SÔNG MỚI

Tại phân hạ lưu các dòng sông có một số hình dáng đặc trưng phụ thuộc vào giai đoạn phát triển trong mối tương quan chặt chẽ với các yếu tố động lực dòng chảy và điều kiện địa hình - địa chất. Dòng sông có thể thẳng hoặc cong. Mức độ cong cũng khác nhau từ dạng lưỡi liềm đến bán nguyệt và trên bán nguyệt. Dòng chảy có độ cong càng lớn càng dễ hình thành dòng chảy cắt ngang tạo lòng sông mới ngắn hơn. Độ uốn khúc là một trong các thông số nói lên khả năng bờ sông bị phá hủy do động năng dòng chảy hoặc tạo dòng chảy cắt thẳng qua đoạn sông uốn cong. Có thể nêu trình tự phương pháp đánh giá định lượng khả năng cắt tạo lòng sông mới như sau :

a) Sử dụng tư liệu viễn thám, đặc biệt là ảnh máy bay, giải đoán sự biến đổi lòng sông (đặc biệt là đường gờ bờ sông).

b) Xác định các đoạn sông uốn khúc đã bị dòng chảy mới cắt ngang và chiều dài đoạn sông cắt ngang này. Độ uốn khúc ( $K_{UK}$ ) là tỷ số giữa chiều dài đoạn sông và khoảng cách giữa hai điểm đầu và cuối của đoạn sông đó.

c) Tính độ uốn khúc của sông ứng với khoảng cách thẳng này theo phương pháp trượt (các đoạn sông được tính độ uốn khúc chớm lên nhau).

d) Trên biểu đồ biến thiên độ uốn khúc dọc theo sông, xác định các giá trị độ uốn khúc : 1) Lớn nhất ( $K_{UKmin}$ ) mà bờ sông không bị cắt xén hoặc không tạo lòng sông mới ; 2) Bé nhất ( $K_{UKmax}$ ) có xảy ra cắt tạo dòng chảy mới.

e) Thiết lập biểu đồ biến thiên độ uốn khúc cho dòng sông hiện tại. Phân dòng sông có độ uốn khúc

bé hơn  $K_{UKmin}$  là ổn định, nằm giữa  $K_{UKmin}$  và  $K_{UKmax}$  là có nguy cơ bờ bị cắt xén vào và lớn hơn hoặc bằng  $K_{UKmax}$  là có nguy cơ cắt tạo lòng mới.

Kết quả xác định lòng sông Vu Gia và Thu Bồn vào các năm 1965, 1988 và 2000 cho trên hình 1. Phân tích số liệu cho thấy chiều dài cung các đoạn sông cong xảy ra cắt tạo lòng mới khoảng 1,3km. Đồ thị biến thiên độ uốn khúc tương ứng với ba năm 1965, 1988 và 2000 xác định theo phương pháp trượt (tức là điểm tính hệ số sau là điểm tính trước đó được tịnh tiến đi một khoảng cách nào đó, có thể rất bé) và cho trên hình 2. Phân tích số liệu cho thấy đối với hai sông này độ uốn khúc  $K_{UKmin} = 1,1$  và  $K_{UKmax} = 1,3$ . Như vậy các đoạn sông có độ uốn khúc nằm giữa hai giá trị này là dễ bị cắt xén bờ và cắt tạo lòng sông tắt.

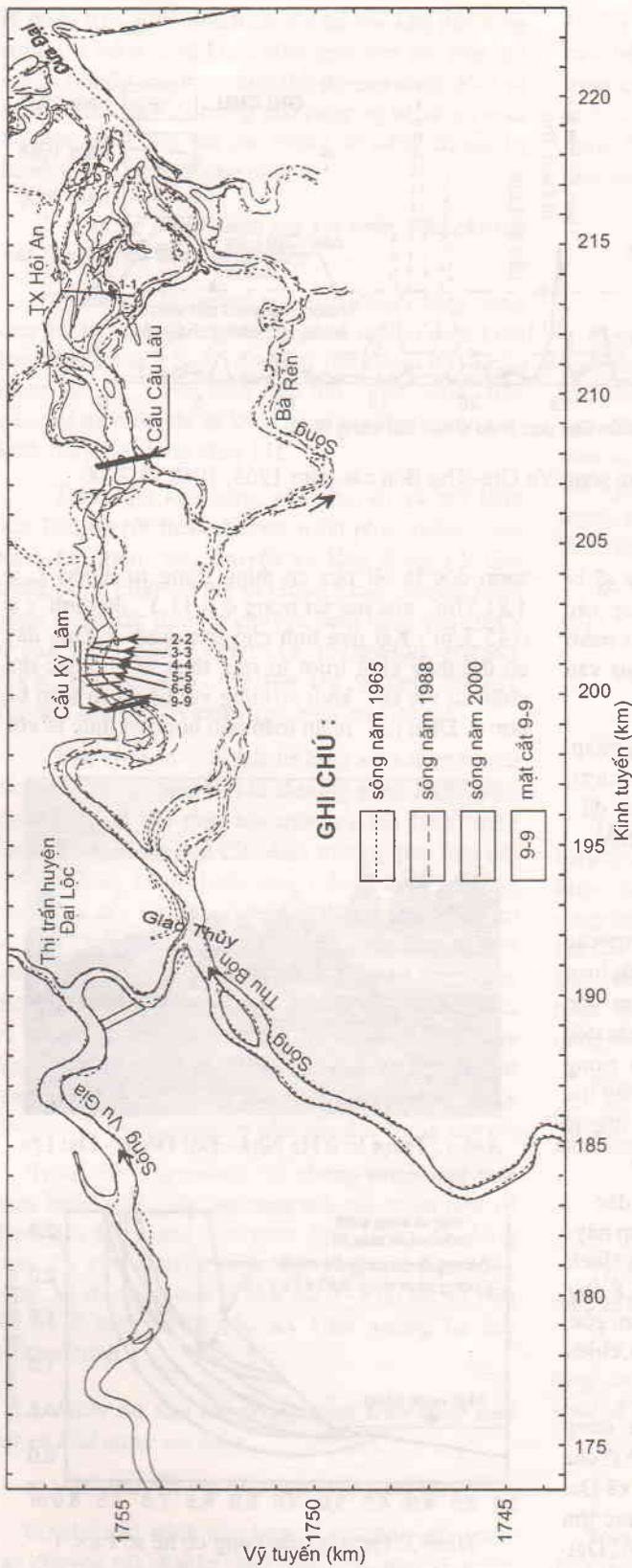
## II. ĐÁNH GIÁ - DỰ BÁO SỰ PHÁT TRIỂN SẠT LỎ VÀ XÓI MÒN

Có thể khẳng định cơ chế phá hủy bờ sông và vận chuyển bồi lấp vật liệu trầm tích như sau :

- Do bị lộ ra mặt sườn dốc bờ sông nên trạng thái ứng suất trong đất là trạng thái bị động có lợi cho quá trình sạt lở ra phía sông ;

- Dưới tác động của thay đổi nhiệt độ - độ ẩm từ ngày này sang ngày khác, sự thay đổi trạng thái áp lực nước sông lên mặt đất (do dao động mực nước sông, kể cả do sóng nước) nên đất bờ sông yếu dần ;

- Thảm thực vật bên bờ sông theo từng điều kiện cụ thể có thể tăng độ ổn định của sườn bờ sông, có thể tạo điều kiện phá hủy bờ sông dễ hơn, chẳng hạn cây có hệ thống rễ nông, tán lá dày nếu



← Hình 1. Bản đồ lòng - bờ sông Vu Gia - Thu Bồn năm 1965, 1988 và 2000 cùng vị trí các mặt cắt tính toán xói mòn

nước lũ lên cao có vận tốc lớn sẽ tạo nên đùn bẫy phá hủy phân đất dưới gốc cây và khi đổ xảy ra phá hủy sạt lở đáy chuyên ;

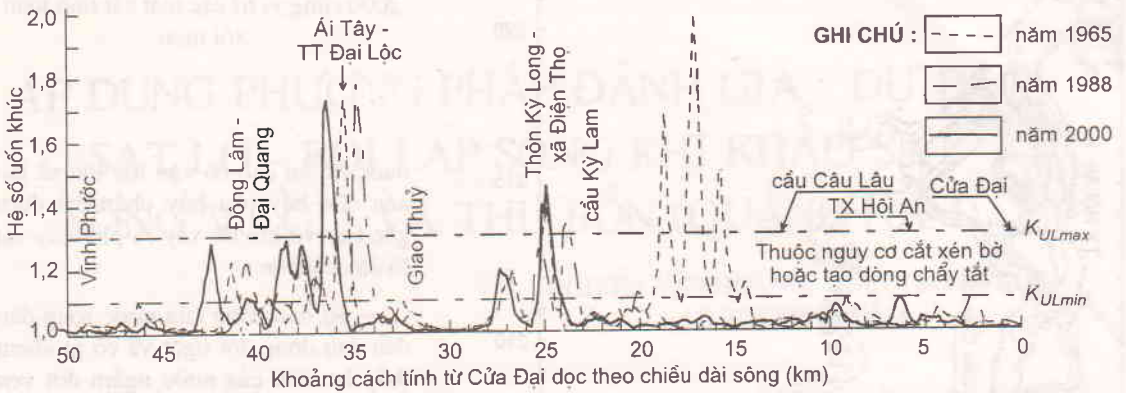
- Sự dao động của nước sông dẫn đến dao động đột ngột và có gradient thủy lực lớn của nước ngấm đới ven bờ do quá trình thấm trong đất chậm hơn rất nhiều quá trình chuyển động nước trong lòng sông là một yếu tố tích cực trong sạt lở bờ sông ;

- Nước mưa, nước mặt chảy tràn trên sườn bờ sông gây xói mòn phá hủy bờ sông ;

- Mặt đất lòng sông bị xói mòn do nước chảy làm sườn dốc bờ sông dốc hơn tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình sạt lở. Cần nhận thấy rằng quá trình này đóng vai trò rất không đáng kể như thực tế cho thấy : sườn bờ sông có đất yếu xảy ra sạt trượt mạnh kể cả đối với độ dốc rất thoải, đất có độ bền tương đối ở sườn dốc hầu như thẳng đứng không bị trượt đơn thuần mà bị tách ra từng khối rồi mới đổ xấp (chẳng hạn do chấn động) hoặc trượt hầu như theo mặt thẳng ;

- Các khối đất bờ sông bị sạt lở, bị xói mòn cũng như sự xói mòn đất lòng sông do dòng nước là nguồn vật liệu để nếu dòng nước đủ khả năng sẽ cuốn đi.

Từ các nhận xét trên có thể nói rằng quá trình xói mòn lòng bờ sông (không kể quá trình cát xén bờ sông ở những đoạn cong khi dòng chảy lớn) đóng vai trò không lớn trong phá hủy bờ sông. Có thể hình dung đơn giản là nếu trên 1m bờ sông có khối trượt rộng 1m và cao 2m thì đã tạo ra 2 m<sup>3</sup> (trên dưới 3 tấn) đất đổ xuống lòng



Hình 2. So sánh biến thiên độ uốn khúc sông Vu Gia-Thư Bôn các năm 1965, 1988 và 2000

sông. Với dòng chảy lớn nguồn vật liệu này sẽ bị vận chuyển xuống hạ lưu. Có lẽ cũng đúng các nguyên nhân vừa nêu mà chương trình phân mềm HEC-6 mô tả dưới đây chủ yếu mô hình sự vận chuyển vật liệu cát, cuội, sỏi và tảng.

Sau đây chúng ta nghiên cứu một số phương pháp đánh giá sạt lở (đánh giá ổn định bờ sông về trượt), xói mòn lòng bờ sông do dòng chảy có lưu tốc đủ lớn và vận chuyển vật liệu bờ rời của dòng chảy.

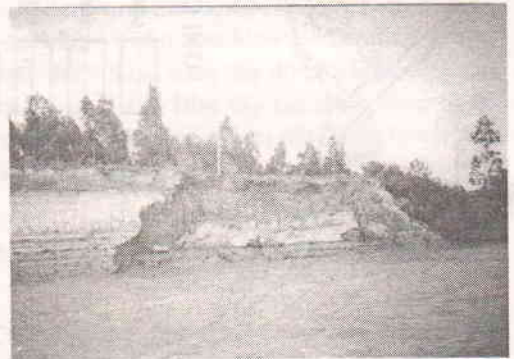
### 1. Đánh giá ổn định sườn dốc về trượt

a) Mặt trượt có dạng cung : thông thường các mặt trượt có dạng cung, do đó nếu không phát hiện thấy những mặt yếu mà trượt có thể xảy ra dọc theo nó thì việc xác định mức độ ổn định sườn dốc thường được tiến hành cho các cung. Một trong các phương pháp được ứng dụng rộng rãi trong địa kỹ thuật để tính toán độ ổn định của sườn dốc là phương pháp lát cắt đơn giản của Bishop [1].

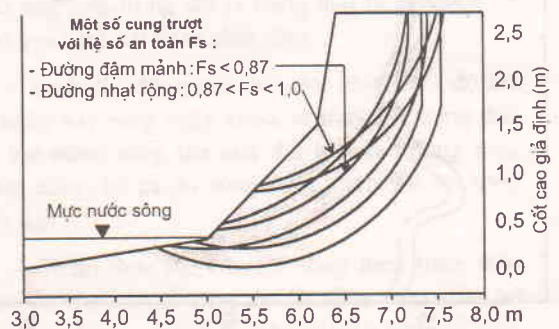
b) Mặt trượt phẳng : có những điều kiện đặc biệt mặt trượt là mặt phẳng. Trong trường hợp này có thể dùng sơ đồ xác định hệ số ổn định của Hoek (1970) [1]. Các hàm góc đổ  $X$  và hàm độ cao  $Y$  phụ thuộc các điều kiện cụ thể về mực nước ngầm, góc đổ, chiều cao sườn dốc, góc mặt trượt dự kiến, chiều sâu khe nứt.

Để minh họa ứng dụng chúng tôi sử dụng phương pháp Bishop để tính hệ số ổn định ( $F_s$ ) của một vị trí trượt lở bờ sông ở thôn Hà Nha, xã Đại Đồng, huyện Đại Lộc. Tại đây sông uốn khúc lớn và dòng sông chảy sát tỉnh lộ 605 (ảnh 1). Đất

sườn dốc là sét pha có dung trọng tự nhiên  $\gamma_m = 1,81 \text{ T/m}^3$ , góc ma sát trong  $\varphi = 11,3^\circ$ , độ dính  $c = 0,45 \text{ T/m}^2$ . Kết quả tính cho trên hình 3. Qua đây có thể thấy khối trượt lở trên thực tế có khác đôi chút so với các khối có cung với hệ số an toàn bé hơn 1. Điều này hoàn toàn phù hợp với thực tế với



Ảnh 1. Trượt lở ở Hà Nha - Đại Đồng - Đại Lộc



Hình 3. Phân bố các cung có hệ số  $F_s < 1$

lý do là trên sườn dốc luôn tồn tại các khe nứt song song với bờ dốc và khối trượt giới hạn bởi mặt nứt ở trên (có độ cao trên dưới 0,5 độ cao sườn dốc) và phần dưới của một trong các cung có hệ số an toàn bé hơn 1 mà ứng với các thông số cơ lý có giá trị bé nhất cho hệ số  $F_s$  bé nhất.

## 2. Phương pháp đánh giá xói mòn, vận chuyển vật liệu và bồi lắng lòng sông

- Đánh giá khả năng xói mòn đất đá lòng sông qua giá trị vận tốc tới hạn gây xói mòn ở điều kiện thủy lực khác nhau: đối với từng loại đất khác nhau vận tốc trung bình trên thủy trực dòng chảy gây xói mòn đất đá sẽ khác nhau tùy thuộc vào bán kính thủy lực dòng chảy [4].

- Đánh giá khả năng vận chuyển và bồi lắng vật liệu bờ rời theo chương trình phân mềm: quá trình xói mòn, vận chuyển và lắng đọng vật liệu trong dòng chảy có thể mô hình bằng chương trình phân mềm xác định di chuyển biên lòng dẫn HEC-6 của: U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS, HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER 609 SECOND STREET, DAVIS, CALIFORNIA 95616-4687, (916) 756-1104 [3].

- Vận chuyển vật chất lơ lửng và vật chất mặt đáy lòng sông: qua mô tả chương trình HEC-6 thì chương trình chỉ tính xói mòn và bồi lắng trung bình cho toàn bộ mặt cắt (điều thường phù hợp đối với các lòng kênh (hoặc sông) được thiết kế bằng phẳng và đối xứng), có lẽ đây là một hạn chế "cố ý" của các nhà lập trình HEC-6. Trên thực tế mặt cắt các dòng sông suối rất phức tạp nên trên cùng một mặt cắt có nơi xảy ra xói mòn, có nơi tích tụ... và sông Thu Bồn là một thí dụ. Chúng tôi đã xây dựng chương trình xác định vận chuyển vật chất lơ lửng và vật liệu trên đáy lòng dẫn theo phương pháp Einstein [2] nhằm đáp ứng nhu cầu đặc trưng này.

Trong bài này chúng tôi không minh họa tính toán trượt sườn dốc bờ sông mà chỉ minh họa về đánh giá khả năng xói mòn lòng sông do dòng chảy và vận chuyển hoặc bồi lắng vật liệu lòng sông. Vị trí minh họa là mặt cắt 1-1 tại thị xã Hội An và 8 mặt cắt từ cầu Kỳ Lâm xuống hạ lưu 2100m (hình 1).

## 3. Phân bố vận tốc trung bình trên từng mặt cắt và khả năng xói mòn

### a) Vận chuyển vật liệu mặt đáy lòng sông

Cơ chế quá trình này hoàn toàn khác quá trình vận chuyển vật chất lơ lửng (như nêu trên) vì trong

khi bị lôi cuốn chuyển động chúng chuyển động trên bề mặt vật chất không chuyển động. Phương trình qua đó có thể xác định được lượng vật liệu có kích thước nhất định của lớp đất đáy lòng sông được dòng nước vận chuyển theo Einstein (1950) như sau:

$$\Phi_* = \frac{i_B}{i_b} \left[ \frac{q_B}{\rho_{sg}} \left( \frac{\rho}{\rho_s - \rho} \right)^{1/2} \left( \frac{1}{gD^3} \right)^{1/2} \right]$$

Trong đó:  $i_B$  - phân hạt trong dòng bị cuốn có kích thước nhất định,  $i_b$  - phân hạt đáy lòng sông có kích thước nhất định,  $q_B$  - khối lượng vật liệu được vận chuyển trong một đơn vị thời gian trong một đơn vị chiều rộng của lòng sông,  $\rho_s$  - tỷ trọng của hạt vật liệu,  $\rho$  - tỷ trọng của chất lỏng,  $g$  - gia tốc trọng trường,  $D$  - đường kính hạt của phân hạt đang nghiên cứu.

$\Phi_*$  là hàm số của một thông số thủy lực  $\psi^*$  sau:

$$\psi^* = \xi Y \left[ \frac{\lg 10.6}{\lg \frac{10.6 X \rho}{d_{65}}} \right]^2 \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \frac{D}{R_b S_v}$$

Trong đó:  $\xi$  - số hiệu chỉnh của dòng chảy hữu hiệu đối với các kích thước hạt khác nhau,  $Y$  - số hiệu chỉnh của lực đẩy ở trạng thái giữa đáy lòng sông thủy lực gồ ghề và bằng phẳng,  $X$  - kích thước hạt đối chiếu đối với lớp đáy sông cụ thể,  $R_b$  - bán kính thủy lực của đáy lòng do độ nhám của hạt hoặc độ ma sát bề mặt,  $S_v$  - độ dốc đường tổng năng đối với các điều kiện dòng chảy cụ thể.

Nồng độ đối sánh (reference) vật chất lơ lửng  $C_a$  cách mặt đáy lòng sông  $2D$  theo Einstein xác định theo công thức sau:

$$C_a = c' \frac{i_B q_B}{2DV^*}$$

Trong đó  $c'$  là hằng số có giá trị xác định theo thực tế bằng 1/11,6.

Khi đó tốc độ tổng cộng vận chuyển vật chất lơ lửng của lớp đáy  $a = 2D$  trên mặt lớp đáy lòng sông sẽ là:

$$q_s = i_B q_B \left[ I_1 \lg \left( \frac{30.2 dx}{d_{65}} \right) + I_2 \right]$$

Tổng vật liệu (kể cả vật chất lơ lửng) có thể xác định theo công thức sau:

$$i_{tq_t} = i_{Bq_B} \left[ 1 + I_1 \lg \left( \frac{30.2dx}{d_{65}} \right) + I_2 \right]$$

Quá trình tính toán thực hiện như sau :

1. Giả định giá trị bán kính thủy lực  $R'_b$
2. Tính  $V'^* = (gR'_b S_e)^{0.5}$  bằng các số liệu thực tế với giả định  $S_e$  là hằng số đối với tất cả các dòng chảy (ổn định). Nếu như test reach mà đồng nhất trong mặt cắt thì  $S_e$  sẽ bằng độ dốc mặt dòng nước.
3. Tính chiều dày phụ tầng chảy phân lớp  $\delta' = 11,6V/V'^*$  (đơn vị của  $V$  là  $\text{cm}^2/\text{s}$ ).
4. Tính giá trị  $d_{65}/\delta'$ .
5. Xác định giá trị hệ số hiệu chỉnh  $x$  theo đồ thị quan hệ  $d_{65}/\delta'$  với  $x$  theo hình 4a (đồ thị quan hệ giữa  $x$  và  $d_{65}/\delta'$ )
6. Xác định giá trị trung bình  $V$  theo công thức :

$$V = 5,75V' \lg \left( \frac{12,27R'_b x}{d_{65}} \right)$$

Tổng lưu lượng dòng nước chảy qua mặt cắt đang nghiên cứu là tổng các tích của vận tốc trung bình và diện tích của từng lát cắt.

7. Tính giá trị  $\psi_{35}$  theo công thức :

$$\psi_{35} = (s-1) \frac{d_{35}}{R'_b S_e}$$

8. Chọn giá trị  $V''^*/V$  theo đồ thị quan hệ  $V''^*/V$  và  $\psi_{35}$  theo hình 4b (đồ thị quan hệ giữa  $V''^*/V$  và  $\psi_{35}$ ).

9. Tính giá trị  $R''_b = (V''^*)^2/gS_e$ .

10. Bán kính thủy lực của lớp lòng sông là :  $R_b = R'_b + R''_b$ . Có thể cho nó là chiều dày dòng chảy đối với các điều kiện giả định nhất định.

11. Xác định diện tích và chu vi mặt cắt ướt theo số liệu điều tra thực địa qua đó biết được chiều dày dòng chảy.

12. Lưu lượng do đó có thể tính được bằng tích diện tích ướt và vận tốc trung bình.

13. Kích thước hạt quy chiếu  $X$  là kích thước hạt nhỏ nhất của các hạt trong lớp đáy bị ảnh hưởng hoàn toàn bởi dòng chảy rối và cho như :

$$X = 0,77 \frac{d_{65}}{x} \text{ khi } \frac{d_{65}}{x} > 1,80\delta'$$

(lớp đáy sông bằng phẳng)

$$X = 0,77 \frac{d_{65}}{x} \text{ khi } \frac{d_{65}}{x} < 1,80\delta'$$

(lớp đáy sông gồ ghề)

14. Xác định hệ số hiệu chỉnh  $Y$  theo đồ thị trên hình 4c (đồ thị quan hệ giữa  $Y$  và  $d_{65}/\delta'$ ).

Có thể chia ra một số nhóm hạt (khoảng 8) và kích thước trung bình của từng nhóm được coi là kích thước đặc trưng. Qua tỷ số giữa kích thước hạt đặc trưng xác định giá trị của thông số  $\xi$  theo đồ thị trên hình 4d (đồ thị quan hệ giữa  $\xi$  và  $D/x$ ).

15. Tính  $\psi^*$  và theo đồ thị để xác định  $\Phi^*$  sau đó tính  $i_{Bq_B}$  vì  $i_B$  có thể tính cho từng nhóm hạt đang đánh giá.

16. Xác định vận tốc lắng  $w$  của hạt có kích thước đang xem xét theo đồ thị hình 4e (Đồ thị quan hệ giữa  $w$  và  $D$ ).

Xác định giá trị  $\chi = w/(0.4V^*)$  và tính hai tích phân  $I_1$  và  $I_2$ .

17. Cuối cùng tính  $i_{tq_t}$ . Nếu  $R'_b, V'^*, \delta, d_{65}/x, R''_b, R_b, \text{stage, chu vi ướt, } X$  và  $D$  là ft, diện tích là  $\text{ft}^2$  và vận tốc là  $\text{ft/s}$  thì  $i_{tq_t}$  sẽ là  $\text{lbs/ft-s}$ . Tổng lưu lượng vật chất đáy lòng sông cho bằng tấn/ngày nếu nhân  $i_{tq_t}$  với hệ số 43,1.

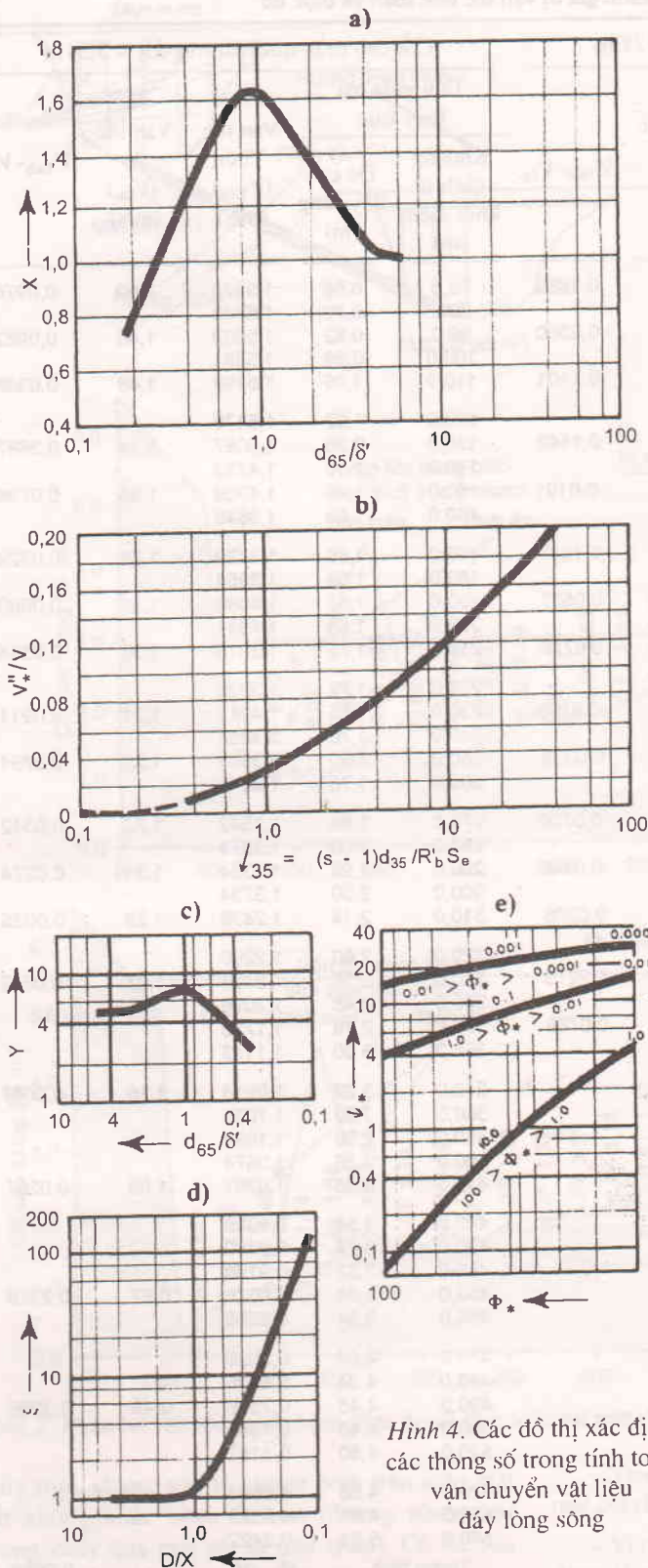
Phương pháp này phức tạp nhất và thường cho kết quả tốt. Ngoài ra còn một số phương pháp khác đơn giản hơn, nhưng đối với đoạn sông đang nghiên cứu không có được các dữ liệu cần thiết để tính toán.

Số lần thực hiện các bước tính trên bằng tích số bán kính thủy lực, số cấp nhóm hạt được phân ra và số lượng lát cắt trên từng mặt cắt, chẳng hạn trong kết quả minh họa dưới đây thì số cấp hạt là 5, số bán kính thủy lực là 8, số lát cắt trên từng mặt cắt ướt là trên dưới 20.

Trình tự thực hiện có thể như sau :

- Thiết lập một loạt mặt cắt ướt qua các mặt cắt này sao cho càng gần pháp tuyến với dòng chảy càng tốt. Từng mặt cắt này lại được chia ra nhiều lát cắt có độ rộng xác định (số lát cắt trên từng mặt cắt có thể khác nhau, nhưng thuận tiện hơn cả là bằng nhau. Độ rộng các lát cắt này trên từng mặt cắt có thể bằng nhau hoặc khác nhau, nhưng tốt hơn hết là bằng nhau. Và trong bài báo này chúng và chiều rộng lát cắt trên từng mặt cắt giống nhau). Tạm dùng các khái niệm cho trên hình 5.

- Xác định lưu lượng vật chất bị dòng nước cuốn qua từng lát cắt của từng mặt cắt theo các



Hình 4. Các đồ thị xác định các thông số trong tính toán vận chuyển vật liệu đáy lòng sông

bước đã trên. Xác định độ dốc thủy lực  $S_e$  sao cho sai số tuyệt đối giữa lưu lượng nước tính được  $Q_{\text{tính}}$  và lưu lượng  $Q_{\text{thực}}$  bé hơn một số  $\varepsilon$  nào đó và  $\varepsilon$  bé hơn lưu lượng thực tế rất nhiều, chẳng hạn  $\varepsilon = 0,001Q_{\text{thực}}$ , tức là  $|Q_{\text{tính}} - Q_{\text{thực}}| \leq \varepsilon$ . Công đoạn này có thể tiến hành bằng cách tính lặp từ bước 2 đến bước 7 nêu trên.

- Xác định hiệu giữa lượng vật chất bị cuốn trôi  $\Delta Q_{V.liệu}$  giữa hai lát cắt liên tiếp giữa hai đường dòng. Tỷ số giữa  $\Delta Q_{V.liệu}$  và diện tích đáy và dung trọng của đất của từng phân tử là đại lượng đáy được nâng cao lên hay bị bào mòn.

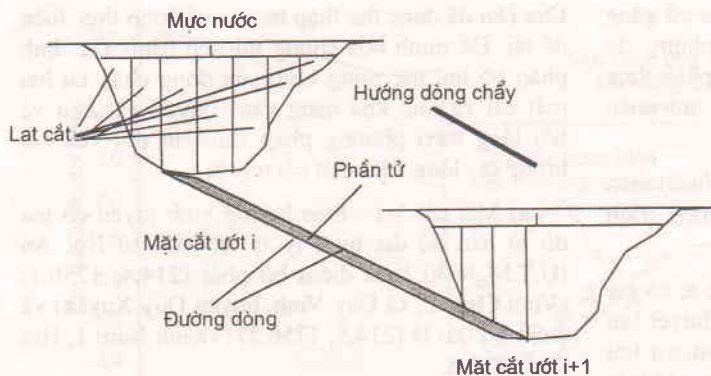
b) So sánh vận tốc trung bình tính toán và thực đo

Mức độ chính xác của việc xác định lưu tốc tại bất kỳ điểm nào trên mặt cắt của sông được khẳng định qua kết quả tính toán và đo lưu tốc thực địa tại hai mặt cắt ở sông Trà Khúc (Quảng Ngãi) vào nhiều thời điểm khác nhau (11÷14 tháng 11 năm 2000). Mô hình tính toán vận chuyển vật liệu mặt đáy lòng sông theo phương pháp Einstein có khả năng xác định lưu tốc nói chung và lưu tốc trung bình trên từng thủy trực (hoặc phụ mặt cắt giữa hai thủy trực). Đã đo liên tục 11 lần lưu tốc trên hai mặt cắt ở xã Tịnh Sơn và Tịnh Đông từ 11/XI/2000 đến 14/XI/2000. Vận tốc trên mặt cắt Tịnh Sơn với hai mực nước thực đo thấp nhất và cao nhất là 3m và 5,51 m cũng được tính toán. So sánh kết quả vận tốc tính toán và thực đo được phản ánh trong bảng 1 và hình 6-7.

Chúng ta có thể thấy sự khác nhau về vận tốc trên từng

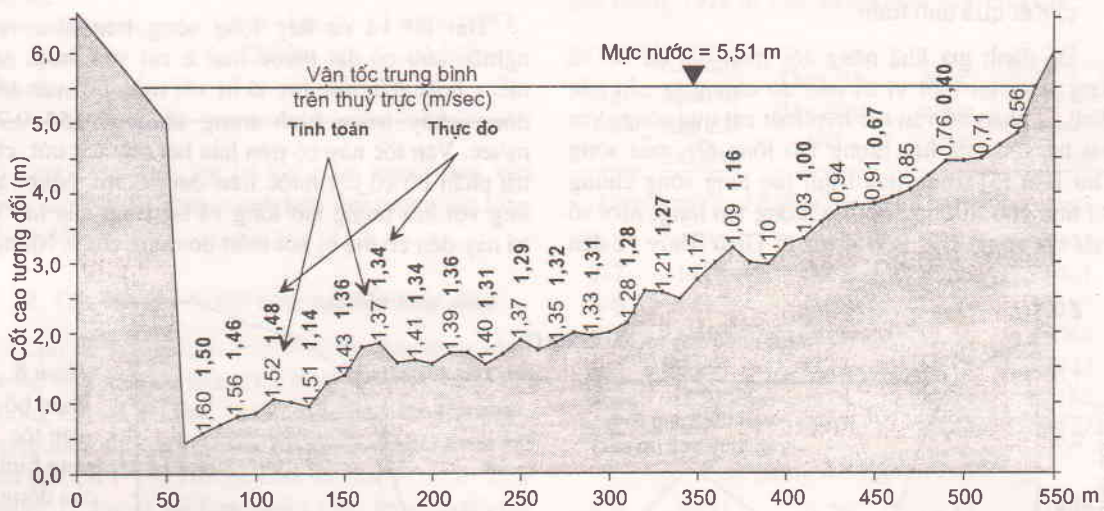
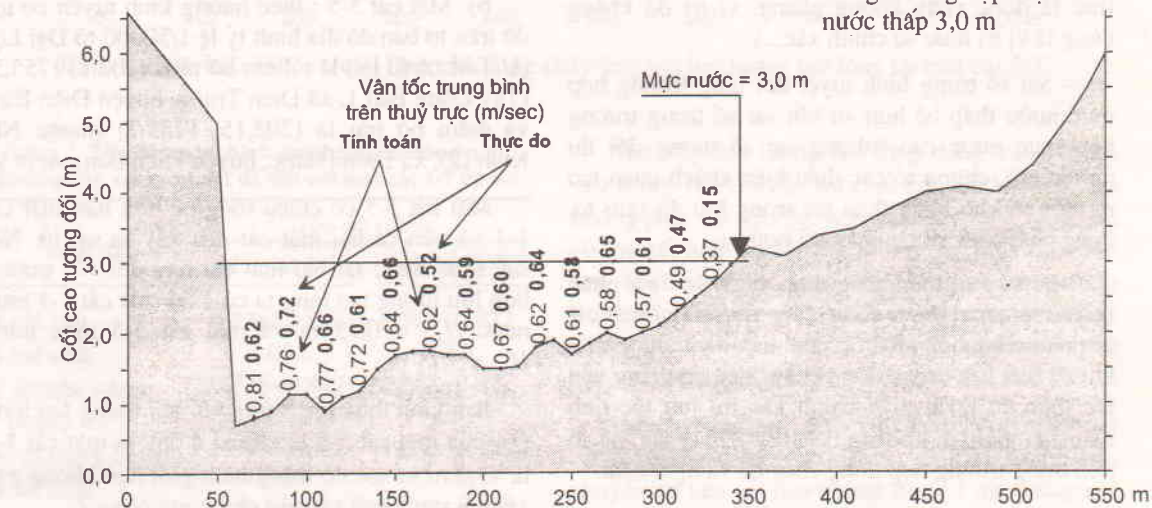
Bảng 1. So sánh giá trị vận tốc tính toán và thực đo

Cốt cao mực nước tương đối = 3,00m				Cốt cao mực nước tương đối = 5,51m					
Tâm giữa hai thủy trực		Vận tốc tính ( $V_{Tinh}$ ) (m/s)	Vận tốc đo ( $V_{Đo}$ ) (m/s)	$V_{Tinh} - V_{Đo}$	Tâm giữa hai thủy trực		Vận tốc Tính ( $V_{Tinh}$ ) (m/s)	Vận tốc đo ( $V_{Đo}$ ) (m/s)	$V_{Tinh} - V_{Đo}$
Khoảng cách từ khởi điểm (m)	Độ cao đáy sông (m)				Khoảng cách từ khởi điểm (m)	Độ cao đáy sông (m)			
70	0,80	0,8089	0,62	0,1889	70,0	0,58	1,5970	1,50	0,0970
80	0,90	0,7839			80,0	0,70	1,5743		
90	1,15	0,7560	0,72	0,0360	90,0	0,82	1,5563	1,46	0,0962
100	1,15	0,7560			100,0	0,86	1,5381		
110	0,90	0,7701	0,66	0,1101	110,0	1,06	1,5198	1,48	0,0398
120	1,10	0,7583			120,0	1,02	1,5170		
130	1,20	0,7248	0,61	0,1148	130,0	0,96	1,5087	1,14	0,3687
140	1,50	0,6798			140,0	1,30	1,4753		
150	1,70	0,6410	0,66	-0,0191	150,0	1,40	1,4309	1,36	0,0708
160	1,75	0,6243			160,0	1,80	1,3846		
170	1,76	0,6238	0,52	0,1038	170,0	1,86	1,3729	1,34	0,0329
180	1,70	0,6298			180,0	1,58	1,3954		
190	1,70	0,6437	0,59	0,0537	190,0	1,62	1,4080	1,34	0,0680
200	1,50	0,6647			200,0	1,56	1,4041		
210	1,50	0,6735	0,60	0,0735	210,0	1,72	1,3915	1,36	0,0314
220	1,53	0,6563			220,0	1,72	1,3920		
230	1,80	0,6203	0,64	-0,0198	230,0	1,55	1,4012	1,31	0,0911
240	1,90	0,6056			240,0	1,70	1,3851		
250	1,70	0,6139	0,58	0,0339	250,0	1,90	1,3651	1,29	0,0751
260	1,85	0,5998			260,0	1,76	1,3641		
270	2,00	0,5801	0,65	-0,0700	270,0	1,86	1,3542	1,32	0,0342
280	1,90	0,5772			280,0	2,00	1,3374		
290	2,00	0,5655	0,61	-0,0446	290,0	1,96	1,3324	1,31	0,0224
300	2,10	0,5353			300,0	2,00	1,3234		
310	2,30	0,4908	0,47	0,0208	310,0	2,14	1,2836	1,28	0,0035
320	2,50	0,4362			320,0	2,60	1,2296		
330	2,70	0,3715	0,15	0,2215	330,0	2,58	1,2128	1,27	-0,0572
340	2,95	0,2865			340,0	2,48	1,2096		
Trung bình		$V_{Tinh} - V_{Đo}$		0,0766	350,0	2,76	1,1716		
					360,0	3,00	1,1173		
					370,0	3,22	1,0913	1,16	-0,0687
					380,0	3,00	1,1050		
					390,0	2,98	1,1038		
					400,0	3,26	1,0674		
					410,0	3,35	1,0267	1,00	0,0267
					420,0	3,58	0,9809		
					430,0	3,78	0,9389		
					440,0	3,82	0,9196		
					450,0	3,84	0,9078	0,67	0,2378
					460,0	3,94	0,8866		
					470,0	4,04	0,8526		
					480,0	4,24	0,8026		
					490,0	4,45	0,7566	0,40	0,3566
					500,0	4,46	0,7362		
					510,0	4,50	0,7152		
					520,0	4,68	0,6691		
					530,0	4,85	0,5623		
					540,0	5,51	0,2422		
					Trung bình		$V_{Tinh} - V_{Đo}$		0,0988



← Hình 5. Sơ đồ mô hình theo phương pháp Einstein

↓ Hình 6. Phân bố vận tốc trung bình thực đo và tính toán ở mặt cắt Tịnh Sơn trong trường hợp mực nước thấp 3,0 m



Hình 7. Phân bố vận tốc trung bình thực đo và tính toán tại mặt cắt Tịnh Sơn, trường hợp mực nước 5,51 m

thủy thực, nhưng vận tốc trung bình trên toàn mặt cắt không khác nhau là bao (đương nhiên lưu lượng chảy qua mặt cắt là như nhau). Có thể nói đôi điều về sự khác biệt này như sau :

- Trong tính toán đảm bảo thiết diện tổng của mặt cắt chính xác tuyệt đối ;
- Vị trí đo vận tốc trên thực tế không hoàn toàn đúng là vị trí ứng với lưu tốc trung bình của thủy



trực, mặc dù trong quá trình đo chúng ta cố gắng hết khả năng để đạt được điều này, nhưng do những điều kiện ngoại cảnh không cho phép thực hiện được (trong khi theo chương trình tính toán thì đó là vị trí chính xác tuyệt đối);

- Dòng chảy trên thực tế không phải hoàn toàn là dòng chảy phẳng, trong khi theo chương trình tính toán thì dòng chảy phẳng tuyệt đối;

- Hiệu số giữa lưu tốc tính và đo thực tế có giá trị dương, có giá trị âm chứng tỏ về lý thuyết lưu tốc tính toán "phù hợp" với lý thuyết hơn, và lưu tốc đo thực tế "phù hợp" với điều kiện thực tế hơn (tức là dòng chảy không phẳng, vị trí đo không đúng là vị trí thực sự chính xác...);

- Sai số trung bình tuyệt đối tổng trường hợp mực nước thấp bé hơn so với sai số trong trường hợp mực nước cao (nhưng sai số tương đối thì ngược lại), chứng tỏ các điều kiện khách quan tạo ra một số khó khăn thao tác trong khi đo (gió to, dòng chảy xiết, dòng chảy rối hơn...).

Như vậy có thể khẳng định việc xác định phân bố lưu tốc trung bình dòng chảy trên bất cứ mặt cắt ướt nào cũng hoàn toàn có thể tiến hành được một khi đã biết lưu lượng dòng chảy. Nếu cho rằng vận tốc thực đo hoàn toàn chính xác thì lưu tốc tính toán cần giảm đi khoảng  $0,9018 \div 0,9249$  lần, hệ số nhỏ trong trường hợp dòng chảy bé và ngược lại.

### c) Kết quả tính toán

Để đánh giá khả năng xói mòn đất đá bờ và lòng sông tại một vị trí nào đó chúng ta cần xác định sự phân bố vận tốc trên mặt cắt qua sông. Với vai trò lớn của lưu lượng tạo lòng  $Q_{TL}$  của sông Thu Bồn [5] trong quá trình tạo lòng sông chúng tôi tính cho trường hợp lưu lượng tạo lòng. Một số mặt cắt sông Thu Bồn đoạn từ Giao Thủy ra đến

Cửa Đại đã được thu thập trong quá trình thực hiện đề tài. Để minh họa chúng tôi tiến hành xác định phân bố lưu tốc trung bình của dòng chảy tại hai mặt cắt và tính khả năng vận chuyển vật liệu và bồi lắng theo phương pháp Einstein đối với lưu lượng tạo lòng. Hai mặt cắt này là:

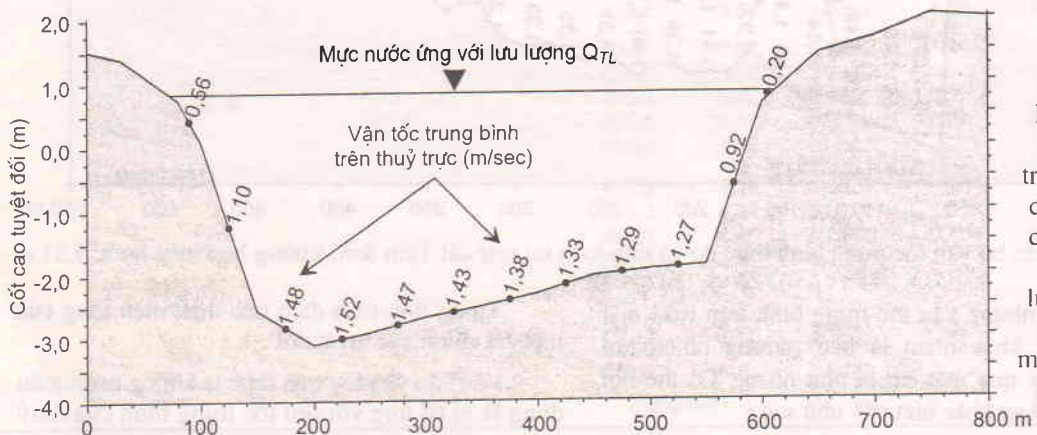
a) Mặt cắt 1-1 : theo hướng kinh tuyến có tọa độ từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/50000 từ Hội An (U.T.M 6640 I) là điểm bờ phải (214,4, 1756,1) (Vĩnh Châu 2, xã Duy Vinh, huyện Duy Xuyên) và điểm bờ trái là (214,5, 1756,5) (Thanh Nam 1, Hội An), hình 8.

b) Mặt cắt 5-5 : theo hướng kinh tuyến có tọa độ trên từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/50000 từ Đại Lộc (U.T.M 6640 IV) là : điểm bờ phải (202,1, 1755,5) (Tây Đông Bàn 1, xã Điện Trung, huyện Điện Bàn) và điểm bờ trái là (202,15, 1755,7) (thuộc Nhị Kinh (2), xã Điện Phước, huyện Điện Bàn), hình 9.

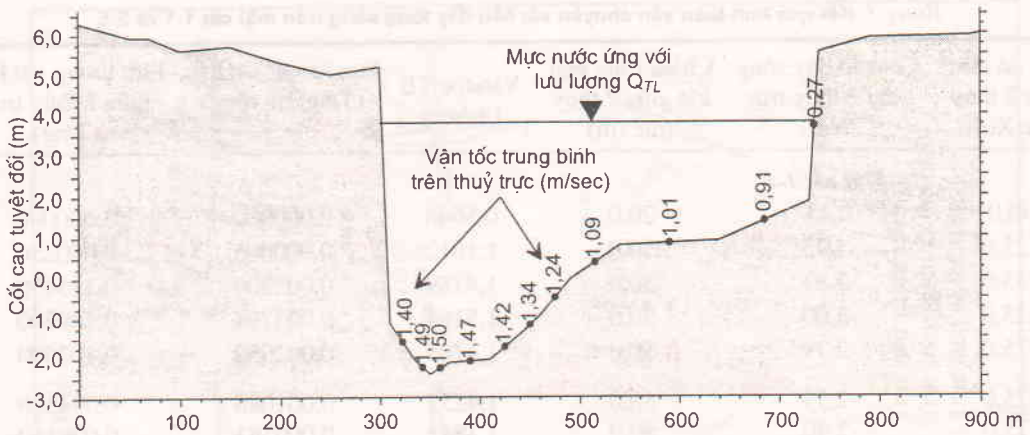
Mặt cắt 5-5 có chiều rộng bé hơn hẳn mặt cắt 1-1 và trên cả hai mặt cắt đều xảy ra sạt lở. Nội suy mực nước tại hai mặt cắt này đối với trường hợp lưu lượng tạo lòng ta có : tại mặt cắt 1-1 mực nước  $H_{1-1} = 0,85$  m và mặt cắt 5-5 mực nước  $H_{5-5} = 3,71$  m.

Bán kính thủy lực  $R$  ứng với lưu lượng tạo lòng  $Q_{TL}$  của mặt cắt 5-5 là xấp xỉ 4.0m và mặt cắt 1-1 là  $\approx 3,0$  m và tốc độ trung bình giới hạn không gây xói đối với 2 mặt cắt này cho trong bảng 2.

Hai bờ và cả đáy lòng sông trên khu vực nghiên cứu có đất thuộc loại á cát yếu, hoặc sét mềm, hoặc đất bùn, tức là bị xói mòn bởi vận tốc dòng chảy trung bình trong khoảng  $0,53 \div 0,73$  m/sec. Vận tốc này có trên hầu hết mặt cắt ướt, chỉ trừ phần bờ có cột nước trên dưới 0,5m. Như vậy ứng với lưu lượng tạo lòng và bờ sông của hai vị trí này đều có thể bị xói mòn do dòng chảy. Nhưng



Hình 8. Phân bố vận tốc trung bình của dòng chảy ứng với lưu lượng tạo lòng tại mặt cắt 1-1



Hình 9. Phân bố vận tốc trung bình của dòng chảy ứng với lưu lượng tạo lòng tại mặt cắt 5-5

Bảng 2. Tốc độ trung bình giới hạn của dòng nước không gây xói mòn đất đá đối với mặt cắt 1-1 và 5-5

Loại đất	Tốc độ (m/s)	
	Mặt cắt 1-1	Mặt cắt 5-5
Á cát yếu	0,736÷0,842	0,763÷0,872
Á cát chặt	1,052	1,091
Á sét nhẹ (dạng hoàng thổ)	0,736÷0,842	0,763÷0,872
	1,052	1,091
Á sét trung bình	1,157÷1,262	1,200÷1,309
Á sét chặt	0,736	0,763
Sét mềm	1,262÷1,473	1,309÷1,527
Sét bình thường	1,578÷1,894	1,636÷1,963
Sét chặt	0,526	0,545
Đất bùn		

rõ ràng chúng có thể bị xói mòn mạnh hơn vào mùa lũ và dòng chảy mạnh hơn lưu lượng tạo lòng nhiều lần.

#### 4. Vận chuyển và bồi lắng vật liệu lòng sông

Còn về vận chuyển vật liệu mặt đáy lòng sông tương ứng với lưu lượng tạo lòng này ở hai mặt cắt không lớn và nếu lưu lượng này chảy cả 365 ngày trong năm thì khối lượng vật liệu được chuyển tải qua mặt cắt 1-1 là 187,23 T và mặt cắt 5-5 là 42,21 T (bảng 3), tức là bé hơn nhiều tổng lượng vật chất được chuyển tải ở trạng thái lơ lửng.

Mặt cắt 1-1 : độ dốc thủy lực  $I = 7,607928 \times 10^{-5}$ ,  
 $G_{\text{đáy}} = 0,51295$  T/ngày.

Mặt cắt 5-5 : độ dốc thủy lực  $I = 4,59833 \times 10^{-5}$ ,  
 $G_{\text{đáy}} = 0,112894$  T/ngày.

Như vậy lưu lượng tạo lòng đóng vai trò chủ yếu trong vận chuyển vật chất bùn cát lơ lửng, mà không phải vật liệu thô hơn trên đáy lòng sông. Và có thể kết luận sơ bộ, lưu lượng vào mùa mưa lớn hơn lưu lượng tạo lòng này đóng vai trò chính trong vận chuyển vật liệu đáy lòng sông với bằng chứng thực tế là hai bên bờ sông bị sạt lở mạnh và các vật liệu này hầu hết bị cuốn trôi đi.

Theo kết quả của HEC-6 thì lòng sâu tại các mặt cắt được đánh giá bị bào mòn và khối lượng vận chuyển vật liệu cát qua chúng trong 1 ngày ứng với lưu lượng 1918 m<sup>3</sup>/sec và 5000 m<sup>3</sup>/sec như sau :

Mặt cắt	Khoảng cách từ mặt cắt 2-2 (m)	Thay đổi đáy sông (ft)	Mức nước (ft)	Lượng vật liệu tải qua (T/ng)
<i>Lưu lượng = 1918 m<sup>3</sup>/sec (lưu lượng tạo lòng)</i>				
8-8	2100	-0,12	12,92	18943
7-7	1475	-0,12	12,58	31401
6-6	1212	-0,08	12,39	36385
5-5	913	-0,13	12,16	45064
4-4	850	-0,14	11,72	55972
3-3	350	-0,14	11,19	67182
2-2	0	-0,07	10,83	69477
<i>Lưu lượng = 5000 m<sup>3</sup>/sec</i>				
8-8	2100	-0,26	19,47	33859
7-7	1475	-0,26	18,82	49149
6-6	1212	-0,20	18,49	58278
5-5	913	-0,27	18,01	68229
4-4	850	-0,28	17,02	79808
3-3	350	-0,28	15,81	92348
2-2	0	-0,20	14,76	97979

Bảng 3. Kết quả tính toán vận chuyển vật liệu đáy lòng sông trên mặt cắt 1-1 và 5-5

Toạ độ tâm giữa 2 thủy trực X(m)	Cốt cao đáy sông giữa 2 thủy trực Y(m)	Chiều rộng mặt cắt giữa 2 thủy trực (m)	Vận tốc TB (m/sec)	Lưu lượng vật liệu (T/ng/1m rộng)	Lưu lượng vật liệu giữa 2 thủy trực (T/ng)
<b>Mặt cắt 1-1</b>					
90,0	0,43	20,0	0,5646	0,000000	0,000000
125,0	-1,23	50,0	1,1012	0,000005	0,000250
175,0	-2,83	50,0	1,4789	0,002309	0,115450
225,0	-3,00	50,0	1,5164	0,003794	0,189700
275,0	-2,79	50,0	1,4703	0,002052	0,102600
325,0	-2,59	50,0	1,4255	0,001086	0,054300
375,0	-2,40	50,0	1,3842	0,000583	0,029150
425,0	-2,16	50,0	1,3295	0,000241	0,012050
475,0	-1,97	50,0	1,2851	0,000111	0,005550
525,0	-1,89	50,0	1,2661	0,000078	0,003900
575,0	-0,60	50,0	0,9240	0,000000	0,000000
605,0	0,80	30,0	0,2024	0,000000	0,000000
<i>Tổng lượng vật liệu vận chuyển trên mặt đáy (Tấn)</i>					0,512950
<b>Mặt cắt 5-5</b>					
322,5	-1,58	25,0	1,4034	0,000352	0,008808
342,5	-2,23	15,0	1,494	0,001331	0,019962
360,0	-2,25	20,0	1,4975	0,001396	0,027914
390,0	-2,07	40,0	1,4717	0,000974	0,038972
425,0	-1,71	30,0	1,4221	0,000470	0,014105
450,0	-1,16	20,0	1,3411	0,000127	0,002535
475,0	-0,47	30,0	1,2353	0,000017	0,000523
515,0	0,39	50,0	1,0939	0,000001	0,000064
590,0	0,86	100,0	1,0116	0,000000	0,000010
685,0	1,39	90,0	0,9113	0,000000	0,000000
735,0	3,71	10,0	0,2723	0,000000	0,000000
<i>Tổng lượng vật liệu vận chuyển trên mặt đáy (Tấn)</i>					0,112894

### III. DỰ BÁO TRƯỢT LỞ VÀ XÓI MÒN LÒNG SÔNG

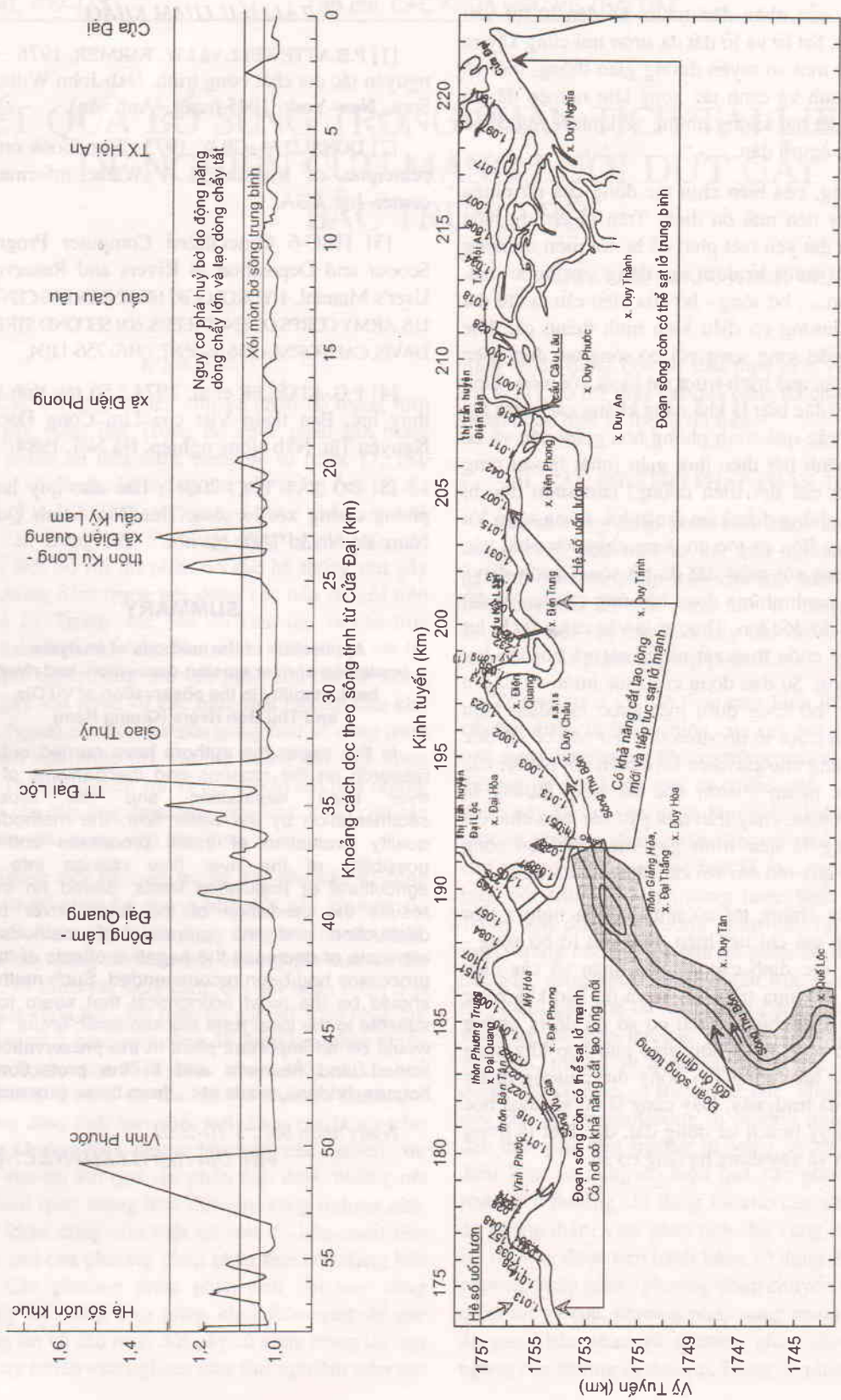
Kết quả khảo sát cho thấy quá trình trượt lở bờ sông theo cơ chế trượt xảy ra trên 25% chiều dài sông. Phần còn lại không bị trượt lở nhờ một số yếu tố như bờ sông được kè đá, bờ sông có trầm tích Đệ Tứ bờ rời mỏng nằm trên đá gốc, hoặc dòng chảy không đủ lớn để cuốn vật liệu trượt lở đi và tạo nên bờ sông thoải hơn. Trừ đoạn thượng lưu sông Thu Bồn từ Giao Thủy trở lên, bờ sông Vu Gia và sông Thu Bồn từ Giao Thủy đến Cửa Đại hiện tại và tương lai sẽ còn bị trượt lở và xói mòn.

Dựa vào kết quả khảo sát thực địa, độ uốn khúc, điều kiện địa chất công trình, thủy động lực dòng sông... đã xây dựng sơ đồ dự báo trượt lở, cắt tạo lòng sông mới và bồi lấp (hình 10).

### KẾT LUẬN và KIẾN NGHỊ

Qua các kết quả thảo luận ở trên có thể rút ra một số nhận xét kết luận về một số vấn đề môi trường chính của tỉnh Quảng Nam như sau :

Sạt lở bờ sông xảy ra mạnh, trên 29% chiều dài bờ sông, gây ảnh hưởng trầm trọng đến sản xuất và



Hình 8. Sơ đồ dự báo trượt lở - bồi lấp bờ sông Thu Bồn-Vu Gia

sinh sống của nhân dân (chưa kể đến lũ lụt vào mùa mưa). Sạt lở và lở đất đá sườn núi cũng xảy ra mạnh trên một số tuyến đường giao thông, một số khu dân sinh và canh tác nông lâm nghiệp đã, có thể gây thiệt hại không những về kinh tế mà cả về tính mạng người dân.

Bờ sông, cửa biển chịu tác động của rất nhiều yếu tố gây nên mất ổn định. Trên nhiều khu vực cấu tạo từ đất yếu (sét pha) dễ bị xói mòn do dòng mặt và sạt trượt lở dưới tác động của nước mặt, nước ngầm... ; bờ sông - bờ cửa biển cấu tạo từ đất loại sét, thường có điều kiện hình thành các khe nứt tách giãn song song với bờ sông tạo điều kiện thúc đẩy các quá trình trượt sạt lở và xói mòn. Tính chất cơ lý (đặc biệt là khả năng kháng cắt) dưới tác động của các quá trình phong hóa giảm dần và có thể nói mãnh liệt theo thời gian (nhất là sau từng mùa lũ và các đợt triều cường) làm sườn dốc bị trượt lở ở những điều kiện thuận lợi. Dòng sông Vu Gia và Thu Bồn có tốc độ dòng chảy lớn nhất vào mùa lũ, làm xói mòn đất đá bờ sông, cuốn đi và hủy hoại mạnh những đoạn bờ sông cấu tạo từ đất yếu và có độ dốc lớn. Thực tế là vào các mùa lũ lụt dòng sông cuốn theo rất nhiều cát và bồi lên hai bên bờ sông. Sự dao động của mực nước và sự xói mòn phần bờ sông dưới mặt nước tạo điều kiện hình thành trượt lở do sườn dốc trở nên có độ dốc lớn hơn cũng như các điều kiện biến đổi bất lợi của mực nước ngầm ; sườn dốc bờ sông thường bị dòng nước mưa chảy tràn qua gây xói mòn chia cắt mạnh cũng là quá trình gây hủy hoại bờ sông tương đối quy mô đối với các khu vực đất yếu.

Từ đây chúng tôi có những kiến nghị : tiến hành đánh giá chi tiết hiện trạng sạt lở bờ sông - cửa biển, xác định các nguyên nhân và các điều kiện thúc đẩy quá trình sạt lở và dự báo khả năng phát triển của chúng. Trên cơ sở đó đề ra những biện pháp công trình đơn giản phù hợp khả năng kinh tế và lực lượng lao động địa phương nhằm hạn chế quá trình này. Đây cũng là cơ sở khoa học cho việc quy hoạch sử dụng đất, đặc biệt là trong quy hoạch và xây dựng hạ tầng cơ sở.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] P.B.ATTEWELL và I.W. FARMER, 1976 : Các nguyên tắc địa chất công trình. Nxb John Willey & Sons, New York. 1045 trang. (Anh văn).

[2] DONALD M. GRAY, 1973 : Handbook on the principles of hydrology. A Water information center, Inc. USA.

[3] HEC-6 Generalized Computer Program: Scour and Deposition in Rivers and Reservoirs. User's Manual. HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER. U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS, 609 SECOND STREET, DAVIS, CALIFORNIA 95616-4687, (916) 756-1104.

[4] P.G. KIXÉLEP et al, 1974 : Sổ tay tính toán thủy lực. Bản tiếng Việt của Lưu Công Đào và Nguyễn Tài. Nxb Nông nghiệp. Hà Nội. 1984.

[5] ĐỖ TẮT TỨC, 2001 : Báo cáo quy hoạch phòng chống xói lở sông Thu Bồn - tỉnh Quảng Nam. Bộ NN&PTNT. Hà nội.

## SUMMARY

**Application of the methods of analysis, prediction of river erosion-deposition and river's bank stability in the observation of Vu Gia and Thu Bon rivers (Quang Nam)**

In this paper the authors have carried out the research on the reasons and mechanisms of the river bank destruction and the erosion-sedimentation by the water flow, the methods of quality evaluation of those processes and the possibility of the river flow change into the agricultural or population lands. Based on these results the prediction of the future river bank destruction and the proposal of methods to eliminate or decrease the negative effects of these processes had been recommended. Such methods should be the most economical that seem to be suitable to the local rural low economic areas. That would be an important point in the preservation of limited land resource and in the protection of houses, bridges, roads etc... from these processes.

Ngày nhận bài : 5-10-2001

Viện Địa chất (TTKHTN & CNQG)