

Đánh giá biến động bờ sông Khu vực Vàm Nao

- Phạm Đức Anh Huy
- Trần Tuấn Tú

Trường Đại Học Khoa Học Tự Nhiên, ĐHQG-HCM.

(Bài nhận ngày 24 tháng 08 năm 2015, nhận đăng ngày 09 tháng 11 năm 2015)

TÓM TẮT

Sạt lở bờ sông đã và đang gây nhiều thiệt hại cho cuộc sống người dân khu vực ven sông. Vì vậy những nghiên cứu đánh giá xu thế biến động đường bờ sông và lòng dẫn có ý nghĩa thực tiễn. Công nghệ viễn thám (RS) và hệ thống tin địa lý (GIS) là những phương pháp tiên bộ, đánh giá chính xác biến động lòng dẫn theo cả chiều ngang và chiều sâu. Kết quả nghiên cứu cho thấy

bờ sông khu vực Vàm Nao được bồi tụ và sạt lở theo quy luật khá rõ ràng. Tốc độ sạt lở đang giảm dần trong 10 năm trở lại đây. Nhưng địa hình lòng dẫn khu vực này diễn biến khá phức tạp. Các đặc điểm về thủy văn dòng chảy, hình thái lòng dẫn, cấu tạo địa chất yếu và một số hoạt động nhân sinh là nguyên nhân gây ra sạt lở tại khu vực này.

Từ khóa: Sạt lở bờ sông, bồi tụ, biến động lòng dẫn, viễn thám, hệ thống tin địa lý.

1. MỞ ĐẦU

Sông Mekong chảy vào lãnh thổ Việt Nam với lưu lượng trung bình là $13650\text{m}^3/\text{s}$ theo 2 nhánh là sông Tiền và sông Hậu, tỉ lệ phân lưu lượng nước trung bình tại Tân Châu và Châu Đốc lần lượt là 80% - 20%. Sau khi sông Hậu nhận nước từ sông Tiền qua dòng Vàm Nao, lưu lượng trung bình của 2 con sông tương đương nhau (51% và 49%) [1]. Như vậy, sông Vàm Nao chuyển một lượng nước lớn từ sông Tiền về sông Hậu. Tuy nhiên vào mùa cạn, dòng chảy trên sông Vàm Nao thay đổi theo thủy triều, vì vậy chế độ thủy văn khu vực này tương đối phức tạp.

Từ đầu năm 2013, trên sông Hậu thuộc địa phận xã Bình Thủy huyện Châu Phú, gần ngã 3 hợp lưu với sông Vàm Nao, có hoạt động khai thác cát. Mỏ cát này khai thác không lâu (đến khoảng giữa năm 2014) thì vấp phải sự phản đối gay gắt của người dân xã Bình Thủy, cho rằng khai thác cát sông là nguyên nhân gây sạt lở tại đây. Sạt lở

bờ sông là một vấn đề nghiêm trọng. Ngoài ra, việc khai thác cát cũng đang gây bất bình rất lớn cho người dân không chỉ khu vực Bình Thủy mà còn nhiều nơi khác trên cả nước.

Ngày nay, với sự tích hợp của công nghệ viễn thám GIS việc theo dõi và tính toán biến động đường bờ được thực hiện khá nhanh chóng và hiệu quả. Vì vậy, với sự trợ giúp của các phương pháp nêu trên, tác giả thực hiện nghiên cứu tại khu vực Vàm Nao với các mục tiêu sau:

- Đánh giá biến động bờ sông khu vực Vàm Nao trong thời gian 20 năm, từ năm 1995 – 2005 – 2015. Đánh giá thay đổi địa hình lòng dẫn trong 5 năm, từ năm 2009 đến 2014.

- Xác định các nguyên nhân gây ra sạt lở tại xã Bình Thủy.

- Đề xuất một số giải pháp định hướng nhằm hạn chế sạt lở. Một vài kiến nghị cho các nghiên

cứu sau này cũng như các bên liên quan để làm giảm mâu thuẫn giữa người dân và công ty khai thác cát.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Phương Pháp Viễn Thám

Các đối tượng trên bề mặt Trái Đất có phổ phản xạ khác nhau, viễn thám đa phổ sẽ phân biệt được đối tượng đất và nước và tách được đường bờ sông. Ảnh viễn thám được chụp liên tục theo chu kỳ. Vì vậy, thông tin về đối tượng sẽ liên tục được cập nhật năm này qua năm khác, đây là cơ sở để xác định đường bờ sông từ nhiều năm trước. Tài liệu ảnh Landsat cho nghiên cứu này gồm 3 bộ ảnh chụp ngày 09/02/1995 (Landsat 5), 19/01/2005 (Landsat 5) và 15/01/2015 (Landsat 8). Các bước tách đường bờ được tác giả thực hiện như sau:

- **Tạo ảnh tỉ số:** Mặt nước phản xạ kém hơn mặt đất nên sẽ có cấp độ xám thấp hơn. Tuy nhiên, việc giãn ảnh thủ công dựa vào đặc điểm nêu trên không hiệu quả. Vì vậy, nghiên cứu này sử dụng công thức chiết suất đường bờ từ ảnh Landsat do G. Winasor và S. Budhiman [2] để có kết quả chính xác và khách quan hơn. Công thức $[(B4/B2)*(B5/B2)]$. Kênh tỉ lệ $B4/B2$ cho ranh giới đất và nước ở những vùng bờ có thực vật nhưng những vùng đất không có thực vật sẽ bị “cho” là mặt nước. Ngược lại, kênh tỉ lệ $B5/B2$ sẽ thể hiện đường bờ tốt ở những vùng không có thực vật. Sau khi nhân 2 ảnh tỉ số trên với nhau thì các pixel chỉ còn 2 giá trị là 0 và 1.

- **Lọc Sobel:** Để chiết suất đường bờ, phương pháp lọc Sobel sử dụng gradient dò biên tìm kiếm giá trị lớn nhất và nhỏ nhất trong đạo hàm bậc nhất của ảnh. Tức nó sẽ phát hiện các điểm nằm trên ranh giới mà có sự biến đổi mạnh mẽ của cấp độ xám.

2.2 Phương Pháp GIS

Sau khi lọc đường bờ, dữ liệu được chuyển qua phần mềm MapInfo để chồng chập, tính toán và biên tập bản đồ. Việc tính toán tốc độ thay đổi

đường bờ được hỗ trợ bởi công cụ DSAS (Digital shoreline analysis system) do cục khảo sát địa chất Hoa Kỳ (USGS) tích hợp trên phần mềm ArcGis 10.1. Tính toán tốc độ biến động đường bờ bằng công cụ DSAS gồm có 3 bước sau:

- Kết hợp (append) đường bờ các năm thành một lớp (single class).

- Vẽ đường gốc (baseline) và kẻ các transect vuông góc với đường gốc.

- Tính toán tốc độ biến động và vẽ biểu đồ.

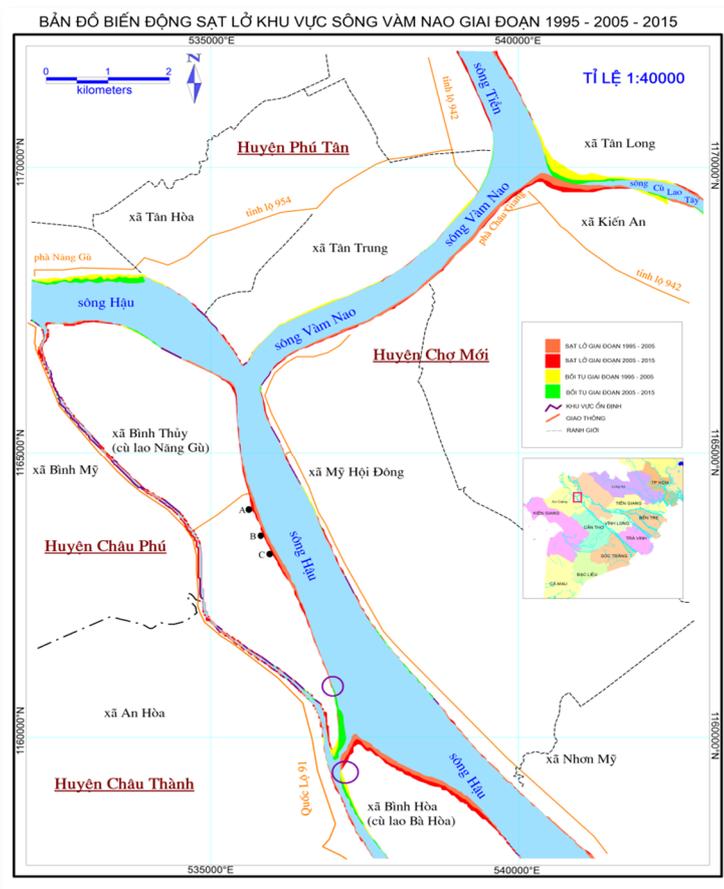
2.3 Phương Pháp Nội Suy

Hoạt động của dòng chảy làm thay đổi cấu trúc lòng dẫn theo chiều sâu, phương pháp nội suy địa hình đáy sông từ các điểm đo thực tế và vẽ mặt cắt trùng hợp các năm là phương pháp đánh giá phù hợp nhất để theo dõi biến động dạng này. Phần mềm Surfer 11 dùng để giải đoán các vị trí không mang giá trị và biểu diễn địa hình đáy sông một cách liên tục từ các điểm dữ liệu rời rạc. Dữ liệu độ sâu được trích ra từ các đợt khảo sát thực tế tại khu vực nghiên cứu [3,4].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Khu Vực Sông Vàm Nao

Hình 1 cho thấy 2 bờ sông Vàm Nao có hoạt động bồi xói đối xứng nhau. Bờ phải thuộc huyện Phú Tân trong giai đoạn 1995 – 2005 được bồi tụ chậm và 10 năm trở lại đây khá ổn định. Bờ trái thuộc huyện Chợ Mới bị sạt lở mức độ từ mạnh đến chậm. Nơi bị sạt mạnh nhất là khu vực bờ sông gần điểm hợp lưu với sông Tiền và nơi ít bị sạt lở ít nhất ở gần sông Hậu. Tính chung, tốc độ sạt lở tại bờ trái Vàm Nao giai đoạn 1995 – 2005 là -2.6m/năm và giảm còn -1.4m/năm trong giai đoạn 2005 – 2015. Hình 2 cho thấy biến động sạt lở bồi tụ 2 bờ sông Vàm Nao từ năm 2005 đến nay đã giảm khá mạnh. Với tốc độ như hiện nay, trung bình mỗi năm sông Vàm Nao mở rộng thêm hơn 1m.



Hình 1: Bản Đồ Biến Động Bờ Sông Khu Vực Vàm Nao (giai đoạn 1995 – 2015)

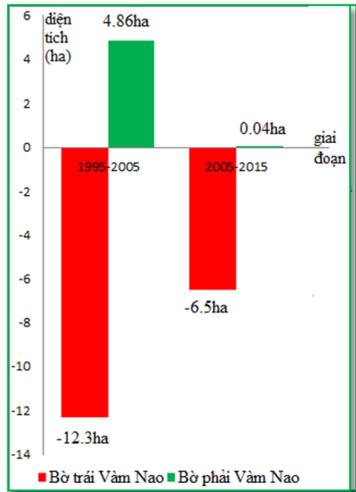
3.2 Khu Vực Xã Bình Thủy và Bình Hòa

Bình Thủy và Bình Hòa là 2 xã cù lao giữa sông Hậu. Sạt lở bờ sông Hậu tại 2 cù lao này diễn biến như sau. Tại cù lao Bình Thủy, đoạn sạt lở mạnh nhất ăn sâu vào 90m và tại Bình Hòa là 130m. Giai đoạn 1995 – 2005, tốc độ sạt lở trung bình tại Bình Thủy -3.4m/năm và tại Bình Hòa lên tới -6.3m/năm, một số điểm tại đỉnh đầu cù lao Bình Hòa bị sạt lở rất mạnh, lên tới -10m/năm. Giai đoạn gần đây tốc độ sạt tại 2 khu vực trên đều giảm còn lần lượt là -2.4m/năm và -5m/năm.

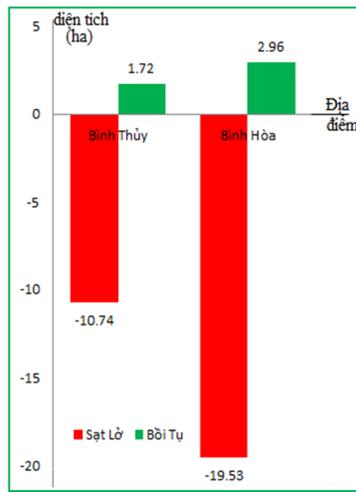
Tuy nhiên, bồi tụ cũng xảy ra khá mạnh tại cuối cù lao Bình Thủy và nhánh phụ sông Hậu tại cù lao Bình Hòa. Tuyến sạt lở bồi tụ tại 2 cù lao này có sự phân tách vị trí rất rõ ràng, ranh giới kết

thúc sạt lở và bắt đầu bồi tụ được thể hiện rất rõ. Vị trí ranh giới được khoanh tròn trên hình 1. Hình 5 biểu diễn tốc độ bồi xói bờ sông tại cù lao Bình Hòa, cho thấy có điểm được bồi tụ mạnh với tốc độ +5m/năm, nhưng cách đó 90m (3 transect) thì bờ sông bị sạt mạnh tới -4m/năm.

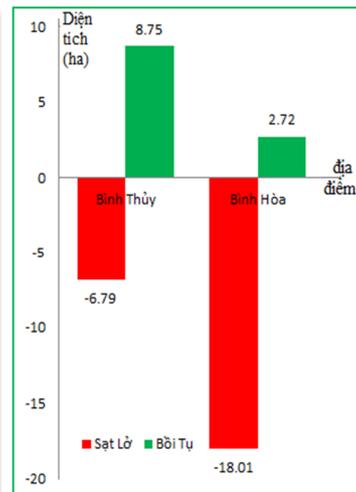
Sau 20 năm, cù lao Bình Hòa mất tới 37.5 ha đất, diện tích được bồi mới chỉ có 5.7 ha (biểu đồ hình 3,4). Cù lao Bình Thủy nhờ được bồi tụ mạnh tại cuối cù lao nên vài năm trở lại đây diện tích tăng chậm trở lại. Với kết quả trên hình 3 và 4 có thể nhận định sạt lở tại Bình Hòa chỉ giảm nhẹ nhưng tại cù lao Bình Thủy đã giảm khá nhiều. Ảnh chụp bờ sông bị sạt lở tại Bình Thủy được thể hiện trong hình 6 với vị trí các điểm A, B, C được đánh dấu trên bản đồ hình 1.



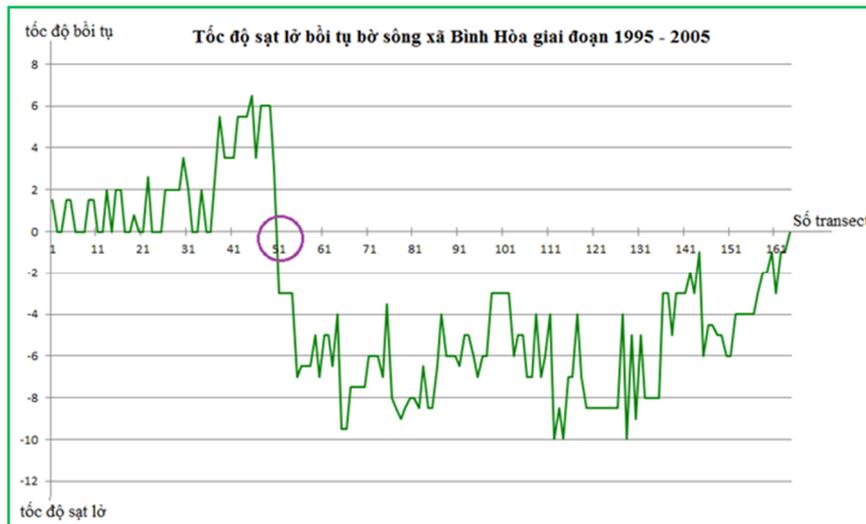
Hình 2. Diện Tích Bồi Tụ - Sạt Lở 2 Bờ Sông Vàm Nao



Hình 3. Diện Tích Bồi - Tụ Sạt Lở Khu Vực Bình Thủy, Bình Hòa Giai Đoạn 1995 - 2005



Hình 4. Diện Tích Bồi - Tụ Sạt Lở Khu Vực Bình Thủy, Bình Hòa Giai Đoạn 2005 - 2015



Hình 5. Tốc độ biến động đường bờ tại xã Bình Hòa giai đoạn 1995 – 2005 (đơn vị: mét). (Trục hoành là số transect – thuật ngữ dùng trong công cụ DSAS, trong bài này tác giả thiết lập mỗi transect cách nhau 30m)



Hình 6. Bờ sông Hậu bị sạt lở tại xã Bình Thủy

3.3 Biến Động Chiều Sâu Lòng Dẫn Khu Vực Bình Thủy

Địa hình lòng sông Hậu đoạn chảy qua xã Bình Thủy và Mỹ Hội Đông (tỉnh An Giang) có một số đặc điểm như sau (quan sát hình 7, 8): Khu vực hợp lưu với sông Vàm Nao có một hồ xoáy rất lớn, sâu tối đa 46m. Đây là khu vực có nhiều xoáy nước nguy hiểm cho tàu bè qua lại.

Sau khi đào khoét đáy sông tại ngã 3, lòng dẫn phát triển một con lạch kéo dài 3.5km, sâu trung bình từ 14m – 18m áp sát vào bờ sông xã Bình Thủy. Bờ sông đối diện thuộc xã Mỹ Hội Đông khá thoải, biểu hiện là các đường đồng mức cách xa nhau, sâu từ 6 – 10m. Sự xuất hiện của con lạch này khiến trắc diện sông tại đây có hình chữ U lệch về một bên (hình 10).

Từ năm 2009 đến năm 2011 và 2014, lòng sông tại đây có sự biến đổi khá phức tạp:

Số liệu thu thập cho thấy vào cuối năm 2011 con lạch này phát triển rộng, có hố sâu 20m nằm sát cầu lao Bình Thủy. Quan sát mặt cắt hình 10 cho thấy rõ, năm 2011 đáy sông sát bờ Bình Thủy sâu và rộng hơn so với năm 2009 và 2014. Nguyên nhân là do trận lũ lớn năm 2011 hoặc có thể do hút cát trái phép ngay tại mép bờ. Đến năm 2014, lạch sâu phát triển xuống hạ lưu nhưng có phần nông hơn so với năm 2011.

Một khu vực đáng chú ý được tô đỏ trên bản đồ hình 8, nằm giữa sông đoạn gần cuối xã Bình Thủy, có các hố xoáy cục bộ sâu từ 14 – 16m nằm cạnh các bãi ngầm rất nông, nơi nông nhất chỉ cách mặt nước 1m. Theo khảo sát tại địa phương,

hoạt động khai thác cát bắt đầu từ đầu năm 2013. Những thay đổi bất thường như vậy có nguyên nhân từ khai thác cát không đúng kỹ thuật. Công ty đã hút cát vượt công suất liên tục tại một nơi làm đáy sông hạ sâu tới -16m, lớp bùn phủ trên mặt mỏ cát bị thổi bỏ ngay vị trí kế cận, hình thành bãi cát ngầm nguy hiểm chongiao thông.

3.4 Nguyên Nhân Gây Sạt Lở Bờ Sông Tại Xã Bình Thủy

Dựa vào kết quả và số liệu thu thập với khảo sát thực địa, tác giả nhận định các nguyên nhân sau đây:

- **Thủy văn dòng chảy.** Sông Hậu trước khi nhận nước từ Vàm Nao, có lưu lượng trung bình khoảng $2650\text{m}^3/\text{s}$ (tại Châu Đốc), trong khi đó lưu lượng tại Vàm Nao trung bình chiếm tới 29% tổng lưu lượng nước sông Mekong ($13650\text{m}^3/\text{s}$) đổ về từ biên giới, tương đương $3958\text{m}^3/\text{s}$. Lưu lượng nước sông Hậu tăng mạnh sau khi nhập dòng Vàm Nao, tăng đến hơn $6600\text{m}^3/\text{s}$, nên lòng dẫn phải mở rộng để tải đủ. Sự mở rộng lòng dẫn sẽ diễn ra theo chiều ngang (sạt lở bờ) và chiều sâu (đào khoét đáy).

Sông Hậu chảy đến đây nhận 1 lượng nước còn lớn hơn chính nó. Vì vậy sạt lở không xảy ra tại bờ sông xã Mỹ Hội Đông là do dòng chảy của Vàm Nao mạnh hơn đã ép dòng chính sông Hậu lệch trục thẳng và quét vào xã Bình Thủy.

- **Chênh lệch lưu lượng** giữa mùa cạn và mùa lũ lớn. Sông Hậu tại Bình Thủy, $Q_{\text{trung bình}}$ mùa

lũ xấp xỉ $10000 \text{ m}^3/\text{s}$, Q_{\min} mùa cạn: $674 \text{ m}^3/\text{s}$ [3]. Mực nước hạ thấp và dâng cao làm cho trạng thái đất đá bị thay đổi nhanh, từ khô nứt sang bờ nhão [5]. Lũ càng lớn thì sức nước công phá bờ càng mạnh.

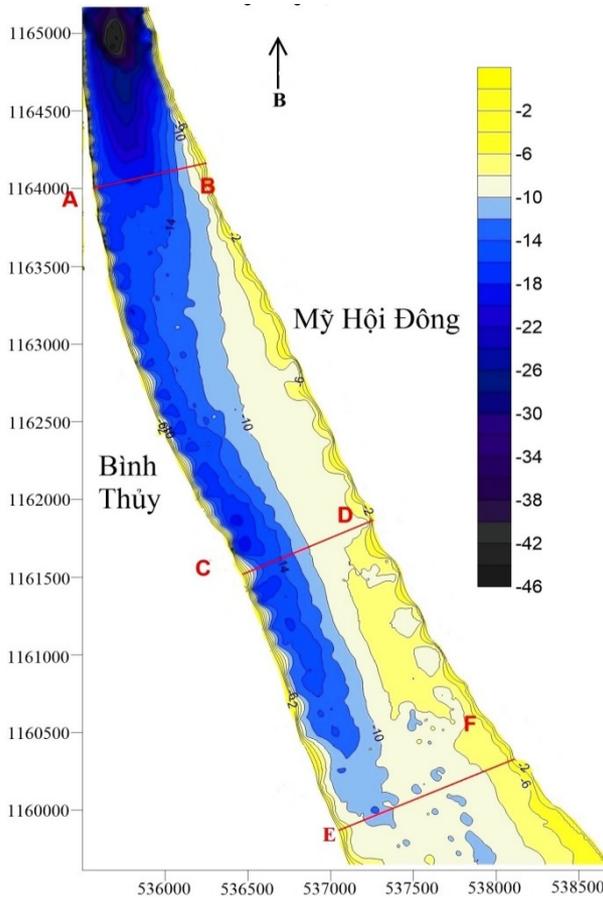
- **Vận tốc khởi động bùn cát** tại Bình Thủy thấp, 0.298 m/s , vận tốc dòng chảy trung bình của sông Hậu tại đây là 0.74 m/s . Mùa lũ thì vận tốc có thể hơn 1.19 m/s [3] nên sạt lở xảy ra là tất yếu.

- **Hình thái lòng dẫn** tác động sâu sắc đến tương quan sạt lở bồi tụ 2 bên bờ Bình Thủy – Mỹ Hội Đông. Đoạn giữa cù lao Bình Thủy, lòng dẫn hình chữ U lệch về bên phải (bờ Bình Thủy). Với dạng lòng dẫn như vậy, vận tốc dòng chảy lớn

nhất sẽ nằm bên bờ lồi và gây sạt lở mạnh tại xã Bình Thủy (hình 11 và 12).

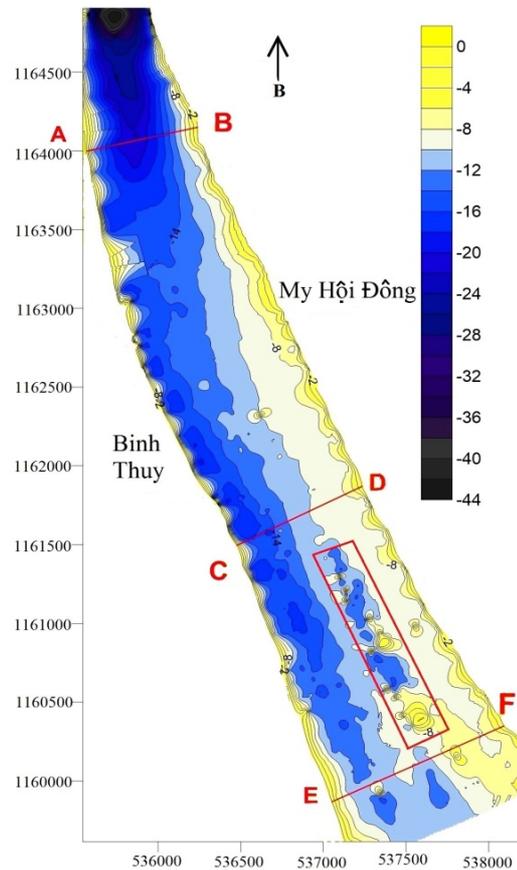
- **Cấu tạo địa chất yếu.** Theo kết quả thăm dò địa chất khu vực Bình Thủy [4], có 6 lớp địa tầng. Trong bài này chỉ quan tâm 3 lớp đầu (bảng 1), quan trọng nhất là đặc điểm của lớp thứ 2 có độ sâu từ 0 – 18m (tương đương với độ sâu con lạch dưới lòng sông) có lực liên kết rất yếu.

Ngoài các nguyên nhân nêu trên, việc hút cát trái phép sát ngay bờ sông, giao thông thủy đông đúc trên tuyến đường thủy huyết mạch tạo ra sóng hoặc xây dựng đê bao ngăn lũ cũng làm tăng áp lực dòng chảy lên sông chính gây sạt lở mạnh hơn.

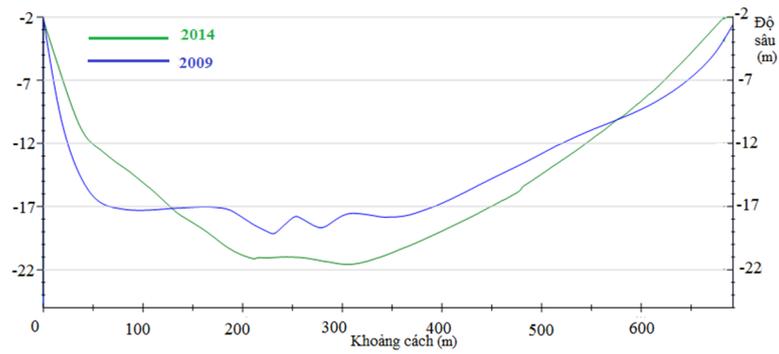


Địa hình đáy sông Hậu đoạn chảy qua xã Bình Thủy, huyện Châu Phú, tỉnh An Giang

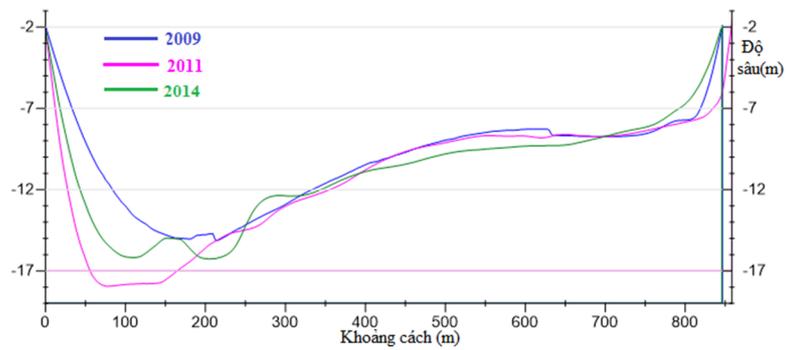
Hình 7. Tháng 12 năm 2009



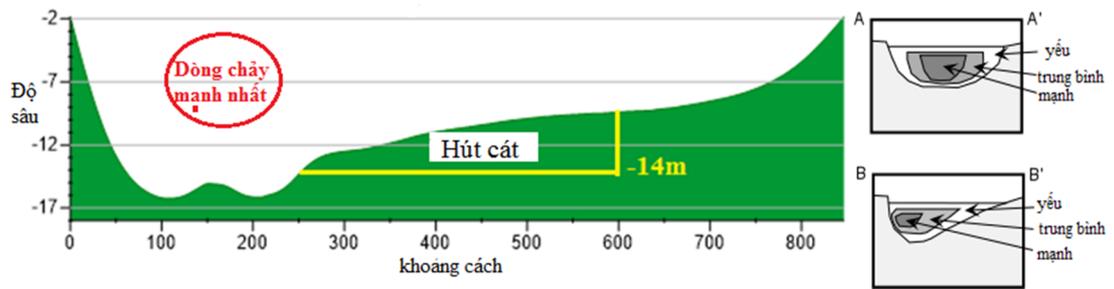
Hình 8. Tháng 5 năm 2014



Hình 9. Mặt cắt sông hậu đoạn AB (năm 2009 và 2014)



Hình 10. Mặt cắt sông Hậu đoạn CD (năm 2009 – 2011 -2014)



Hình 11. Mặt cắt sông Hậu đoạn CD năm 2014 và vị trí hút cát

Hình 12. Tốc độ dòng chảy trên các dạng trắc diện sông

	Dung trọng ướt. kN/m ³	Góc ma sát (độ)	Lực dính ướt (kPa)	Cao độ đỉnh lớp (m)	Bề dày lớp (m)	Độ sâu đáy lớp
Lớp 1: Sét pha, đẻo cứng, xám loang lổ	18.7	16°37'	21.9	3.5	3.3	0 - -3.3
Lớp 2: Sét bột, nhão chảy, xám nâu	15.7	03°33'	6.1	0.2	15.1	-18
Lớp 3: Sét bột, dẻo mềm, xám nâu	15.7	11°20'	18.1	-15	12.9	-31.3

Bảng 1. Cấu tạo các tầng địa chất khu vực Bình Thủy

3.5 Đề Xuất Giải Pháp Định Hướng Hạn Chế Sạt Lở

Bờ sông tại Bình Thủy hiện nay có tốc độ sạt trung bình là 2.4 m/năm và đang giảm dần. Hành lang an toàn trong quy hoạch 20 năm tới là 50m. Khu vực này không được xây dựng công trình hay các hoạt động có thể phá vỡ kết cấu đất.

Giải pháp chủ động hơn đó là chỉnh trị lòng dẫn bằng cách khai thác cát, giải pháp này phù hợp với những vùng bờ bị sạt lở dài như Bình Thủy, phương pháp bảo vệ trực tiếp có khối lượng công việc quá lớn, tốn kém hoặc do các điều kiện khác không thực hiện được, đồng thời khai thác nguồn tài nguyên quan trọng. Tuy nhiên, khai thác cát cần tuân thủ chặt chẽ:

- Khai thông lòng dẫn khu vực Bình Thủy về dạng chữ U chuẩn gần cân xứng 2 bên.
- Độ sâu tối đa cho phép khai thác nên là độ sâu -14m (hình 11).
- Vị trí hút cát ở giữa sông, phải cách bờ Mỹ Hội Đông 240m, cách bờ Bình Thủy 260m.
- Khai thác đúng mức cho phép với theo hợp đồng ban đầu. Không neo đậu phương tiện tại bờ Bình Thủy.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong nghiên cứu về biến động đường bờ sông, phương pháp viễn thám hỗ trợ đắc lực việc lọc đường bờ. Phương pháp GIS tối ưu chồng lớp

dữ liệu, tính toán biến động theo chiều ngang. Phương pháp nội suy tạo ra bản đồ raster liên tục từ các điểm dữ liệu rời rạc, đánh giá bao quát sự thay đổi nông sâu lòng dẫn. Kết hợp 3 phương pháp này rất hiệu quả cho các nhà quản lý tài nguyên môi trường theo dõi sự biến động, xác định nguyên nhân vấn đề. Ngoài ra, kiến nghị nên kết hợp thêm với các mô hình như MIKE để dự báo lòng dẫn, Geo-Slope để dự báo trượt lở thì sẽ có kết quả toàn diện hơn và có thể đưa ra được dự báo.

Khu vực Vàm Nao có diễn biến sạt lở theo quy luật tương đối rõ ràng, tương ứng với đặc điểm thủy văn dòng chảy, hình thái lòng dẫn và kết cấu địa chất tại đây. Tốc độ sạt lở có xu hướng giảm. Trong trường hợp này, nguyên nhân chính gây sạt lở bờ sông Hậu tại xã Bình Thủy không phải là do khai thác cát, ngược lại nếu khai thác đúng quy định sạt lở sẽ giảm. Thế nhưng, vẫn tồn tại mâu thuẫn rất lớn giữa người dân và đơn vị khai thác cát. Kiến nghị đưa ra, cần giám sát chặt chẽ hoạt động khai thác. Doanh nghiệp phải hoạt động trung thực, tuân thủ các yêu cầu, khai thác tài nguyên một cách thân thiện với môi trường và hài hòa với lợi ích người dân.

Assess changes of river bank erosion the vicinity of Vam Nao

- **Pham Duc Anh Huy**
- **Tran Tuan Tu**

University of Science, VietNam Nation University –HCMC

ABSTRACT

Bank erosion has been affecting dozens of people along riverbank. Therefore, research about channel adjustment and bank erosion are very essential. With the advent of advanced remote sensing (RS) technology and GIS (geographic information system) we are able to carry out monitoring and assessing accurately channel adjustment and bank erosion in 2 aspects: horizon and depth. The results indicated that the changing

of bank erosion and accretion occurred in a relatively clear tendency. The studied area has tended toward less erosion for the last 10 years. However, river topography's changes are fairly complex. In general, hydraulic factors, flow discharge, vulnerable geologic structure, characteristics of river topography and cross profile as well as human activities are mainly responsible for this situation.

Key Words: Bank erosion, deposition, accretion, channel adjustment, remote sensing, GIS.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. The Netherlands Delta Development Team, 1974. *Recommendations Concerning Agricultural Development With Improved Water Control In The Mekong Delta*. Working paper IV: Hydrology.
- [2]. Winarso G., Budhiman S., 2001. *The Potential Application Of Remote Sensing Data For Coastal Study*. Proc, 22nd Asian Conference On Remote Sensing, Singapore.
- [3]. Sở TNMT An Giang, 2009. Dự Án “*Khảo Sát, Đo Vẽ Chi Tiết Địa Hình Đáy Sông Tiền, Sông Hậu, Sông Vàm Nao. Đề Xuất Các Giải Pháp Khai Thác Hợp Lý Khơi Thông Dòng Chảy Hạn Chế Sạt Lở*”.
- [4]. Công Ty Cổ Phần Tư Vấn Chuyển Giao Công Nghệ Địa Chất Môi Trường Phương Cát, 2014. *Khảo Sát, Đo Đặc Đánh Giá Lại Tác Động Của Dự Án Đến Môi Trường Khu Vực Mỏ Cát Sông Hậu*.
- [5]. Thiềm Quốc Tuấn, Huỳnh Ngọc Sang, Đậu Văn Ngọ, 2008. *Hiện Trạng Sạt Lở Bờ Sông Sài Gòn Và Phương Hướng Ngăn Ngừa Khắc Phục*. Tạp Chí Phát Triển Khoa Học Và Công Nghệ, 11-2008, 23-32.
- [6]. Hà Quang Hải, 2011. *Tương Quan Xói Lở Bồi Tụ Một Số Khu Vực Sông Tiền Sông Hậu*. Tạp Chí Các Khoa Học Về Trái Đất, 33(1), 37 – 44.