

NGHIÊN CỨU HIỆU QUẢ CỦA NẠO VẾT KHAI THÁC CÁT KẾT HỢP VỚI CHỈNH TRỊ LÒNG DẪN ĐỂ ỔN ĐỊNH ĐOẠN SÔNG PHÂN LẠCH

ThS. Hồ Việt Cường

Phòng TNTĐ Quốc gia về ĐLH Sông Biển

Tóm tắt: Đoạn sông phân lạch là nơi có chế độ thủy lực dòng chảy và diễn biến hình thái phức tạp, các nhánh sông luôn có sự tranh chấp lẫn nhau theo xu thế phát triển hoặc suy thoái phụ thuộc vào quá trình phân chia dòng chảy và bùn cát của các phân nhánh. Đây cũng là khu vực sông có các mỏ cát tự nhiên lớn và thường là nơi tập trung của các hoạt động khai thác cát. Ảnh hưởng của việc khai thác cát có thể làm thay đổi hoàn toàn chế độ thủy lực dòng chảy và quy luật diễn biến hình thái của đoạn sông. Tuy nhiên, không phải tất cả các hoạt động khai thác cát đều để lại những hậu quả xấu, nếu việc nạo vét khai thác cát được thực hiện đúng kỹ thuật và theo quy hoạch có thể kết hợp với việc chỉnh trị để cải tạo lòng dẫn giúp tăng khả năng thoát lũ, điều chỉnh hợp lý tỷ lệ phân lưu dòng chảy, phân chia bùn cát giúp duy trì sự ổn định cho toàn đoạn sông. Bài báo xin giới thiệu một số kết quả nghiên cứu về vấn đề này.

Từ khóa: sông phân lạch, nạo vét, khai thác cát, mô hình toán, m ike 21FM.

Summary: The contributory river segment is a creek where occurring the hydraulic flow regime and complex morphological change. They always have a dispute with each others to the trend of deposition or degradation depending on the water flow and sediment classified process. This is also the area that has a lot of natural sand mines that caused sand mining activities. Effects of sand mining can completely change the flow of hydraulic regime and morphology of the river section. However, not all sand mining activities have left a bad result, if the dredging sand mining are implemented properly and in accordance with planning and techniques that will improve flood drainage capacity and maintain stability of river bed. This article would introduce some research results of this issue

Key words: braided river, dredging, sand mining, mathematical model, m ike 21FM.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khai thác cát để cung cấp cho các mục đích khác nhau là một nhu cầu đòi hỏi của thực tế, nhưng các hoạt động khai thác cát trên sông cũng là một trong những tác nhân chính gây ra những ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường tự nhiên của các dòng sông hiện nay. Việc khai thác cát trên sông thường

gây ra các biến động lớn về hình dạng, kích thước, độ dốc của lòng dẫn, làm thay đổi hàm lượng bùn cát, thành phần hạt trong dòng chảy và như vậy sẽ phá vỡ trạng thái cân bằng tương đối giữa lòng dẫn và dòng chảy đã tồn tại trước đây. Đối với đoạn sông phân lạch, các hoạt động nạo vét khai thác cát có thể làm thay đổi hoàn toàn tỷ lệ phân lưu dòng chảy, phân chia bùn cát, hướng dòng chảy, độ dốc thủy lực, độ dốc mực nước,... của các nhánh sông.

Người phân biên: PGS.TS Phạm Đình

Ngày nhận bài: 20/8/2014

Ngày thông qua phân biên: 16/9/2014

Ngày duyệt đăng 13/10/2014



Hình 1. Hoạt động khai thác cát trên sông ở ĐBSCL.

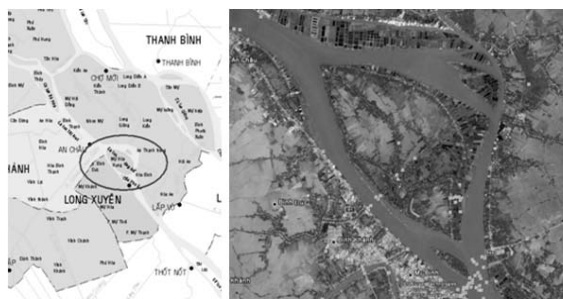
Tuy nhiên, không phải tất cả các hoạt động khai thác cát đều để lại những hậu quả xấu. Nếu việc nạo vét khai thác cát được thực hiện đúng kỹ thuật và theo quy hoạch có thể kết hợp với việc chỉnh trị để cải tạo lòng dẫn giúp tăng khả năng thoát lũ, đảm bảo tuyến luồng cho giao thông thủy và duy trì sự ổn định cho các đoạn sông. Bài báo xin trình bày một số kết quả nghiên cứu, đánh giá bằng công cụ mô hình toán Mike 21FM về hiệu quả của việc nạo vét khai thác cát kết hợp với chỉnh trị lòng dẫn cho một đoạn sông phân lạch điển hình trên hệ thống sông Cửu Long.

II. GIỚI THIỆU ĐOẠN SÔNG NGHIÊN CỨU

Đoạn sông nghiên cứu là đoạn phân lạch trên sông Hậu khu vực cù lao Mỹ Hòa Hưng thuộc đại phận thành phố Long Xuyên. Đây là đoạn sông có diễn biến phức tạp, các nhánh sông đang phát triển mạnh và có sự tranh chấp lẫn nhau. Nhánh trái cù lao Mỹ Hòa Hưng dài 9500m, lòng dẫn có xu thế bị suy thoái do bồi lấp, nhiều cồn, bãi nổi đã được hình thành, tỉ lệ phân lưu qua lạch chỉ khoảng 20÷30% lưu lượng tổng cộng. Ngược lại bên nhánh phải dài 7200m, lòng dẫn đang bị xói sâu và xây ra sạt lở mạnh phía bờ lôm, nhất là đoạn đi sát bờ thành phố Long Xuyên. Tỉ lệ phân lưu qua lạch phải rất lớn chiếm từ 70÷80% lưu lượng tổng cộng. Đây cũng là một trong những trọng

điểm khai thác cát tập trung nhất trên địa bàn tỉnh An Giang

Phạm vi đoạn sông có chiều dài gần 15000m, chiều rộng gần 6000m (gồm cả chiều rộng của cù lao giữa hai lạch), có tọa độ địa lý từ $10^{\circ}22'$ đến $10^{\circ}27'$ vĩ độ bắc; $105^{\circ}24'$ đến $105^{\circ}28'$ kinh độ đông (xem hình 2).



Hình 2. Vị trí và hình ảnh vệ tinh đoạn sông phân lạch khu vực nghiên cứu.

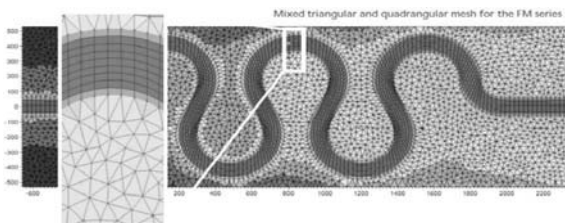
III. THIẾT LẬP MÔ HÌNH TÍNH TOÁN, NGHIÊN CỨU

3.1. Khái quát mô hình

Mô hình MIKE 21 Flow Model FM (gọi tắt là MIKE 21FM) là bộ phần mềm kỹ thuật chuyên dụng được ứng dụng để mô phỏng các chế độ thủy động lực 2 chiều của dòng chảy trong sông, hồ, cửa sông, vịnh,... Mô hình có thể tính toán kết hợp giữa các mô đun vận chuyển bùn, mô đun vận chuyển cát, mô đun dòng chảy và mô đun sóng. Vì vậy bộ mô hình này được

xem là một trong những công cụ hiện đại, được ứng dụng rất phổ biến trong nghiên cứu chế độ thủy động lực dòng chảy, quá trình vận chuyển bùn cát và diễn biến hình thái ở trong sông và ngoài biển.

Mô hình MIKE 21FM được xây dựng và kết hợp các kỹ thuật mô hình mới sử dụng phương pháp lưới phần tử hữu hạn phi cấu trúc (Flexible Mesh, viết tắt là FM) thích hợp đối với những đoạn sông có địa hình phức tạp, đặc biệt là những đoạn sông cong và những đoạn sông tồn tại bãi bồi dòng chảy mở rộng và co hẹp đột ngột, yêu cầu phải có sự mô phỏng chính xác đường biên. Các phiên bản mới nhất cho phép thiết lập đồng thời cả 2 dạng lưới tam giác (Triangular) và lưới chữ nhật (Quadrangular) trên miền tính. Với kỹ thuật chia lưới này có thể thiết lập chi tiết các khu vực quan tâm đặc biệt, định dạng chính xác vị trí, hướng tuyến, quy mô, hình dạng của các công trình trên sông hồ khai thác cát, các cung sạt lở, tuyến luồng lạch nạo vét,... Mặt khác, việc sử dụng lưới hỗn hợp cũng cải thiện đáng kể tốc độ tính toán của mô hình.



Hình 3. Mô tả khả năng chia lưới hỗn hợp trên mô hình Mike 21FM.

3.2. Thiết lập mô hình tính toán

a) Thiết lập địa hình và lưới tính

Phạm vi thiết lập mô hình nghiên cứu như sau

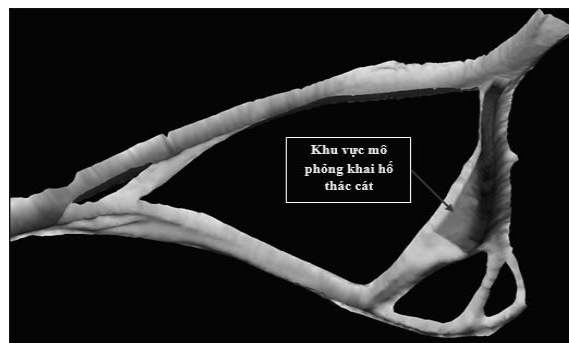
+ Thượng lưu: Tại vị trí trước cù lao Mỹ Hòa Hưng (trước phân lạch) khoảng 3000m về phía thượng lưu.

+ Hạ lưu: Tại vị trí sau cù lao Mỹ Hòa Hưng (sau phân lạch) khoảng 3500m về phía hạ lưu.

+ Trên cạn: Từ mép bờ sông đến quốc lộ 91 và quốc lộ 54 hai bên bờ tả và hữu sông Hậu và

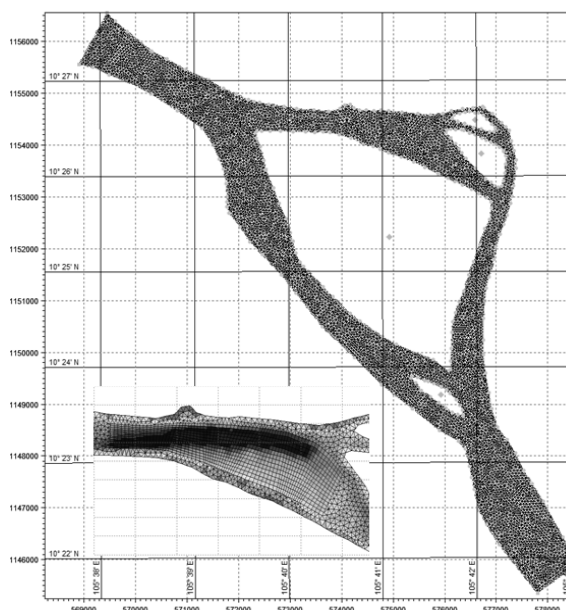
binh đồ trên cạn các cù lao, bãi nổi trong khu vực nghiên cứu.

+ Dưới nước: Toàn bộ phần lòng sông chính và các lạch đến mép nước ngang bãi cù lao và hai bên bờ sông.



Hình 4. Mô phỏng địa hình 3D trên mô hình Mike 21FM.

Miền tính toán của mô hình có kích thước 579000m x 1157000m từ tập hợp của 10103 điểm tọa độ theo 3 phương X,Y,Z. Số lượng ô lưới được thiết lập là 13435 ô lưới với 7277 nút lưới. Diện tích ô lưới lớn nhất khoảng 50m² trong hệ tọa độ UTM. Với cách chia lưới như vậy đảm bảo mô tả với độ chính xác cao về bề mặt địa hình lòng sông, bãi sông và các cù lao của đoạn sông.



Hình 5. Lưới tổng thể và lưới chi tiết trên mô hình Mike 21FM.

b) Thiết lập điều kiện biên:

Điều kiện biên tính toán:

- Tại biên vào phía thượng lưu là quá trình lưu lượng (Q-t).
- Tại biên ra phía hạ lưu là quá trình mực nước (H-t).

c) Thiết lập các thông số thủy lực, hình thái cơ bản:

- Hệ số nhám Manning (M) được phân ra làm khu vực chính, giá trị $M = 40 \div 50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ cho phần lòng sông, giá trị $M = 25 \div 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ cho phần bãi sông.
- Hệ số nhớt động học: Smagorinsky formulation $\zeta = 0,28$.
- Bước thời gian tính toán các yếu tố thủy lực dòng chảy là: $\Delta t = 10 \div 360\text{s}$ (giây).
- Bước thời gian tính toán vận chuyển bùn cát và

diễn biến hình thái sông là: $\Delta t = 1 \div 10\text{s}$ (giây).

3.3. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

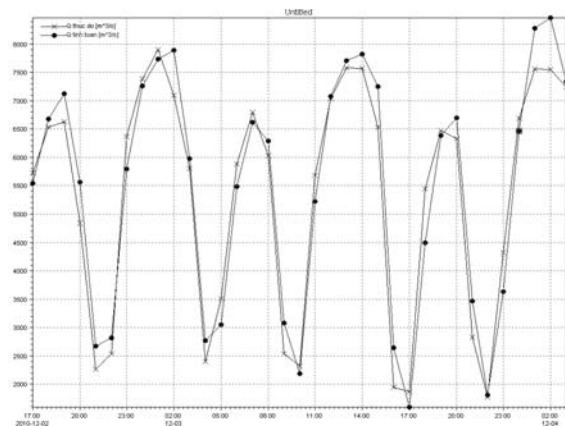
Mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định tại nhiều vị trí khác nhau trên đoạn sông nghiên cứu nhằm đảm bảo tính đại diện và nâng cao độ tin cậy của mô hình khi ứng dụng để tính toán, mô phỏng.

- Chuỗi số liệu hiệu chỉnh mô hình: Số liệu thực đo lũ từ 16h ngày 2/12/2010 đến 13h ngày 5/12/2010.
- Chuỗi số liệu kiểm định mô hình: Số liệu thực đo lũ từ 9h ngày 7/11/2012 đến 9h ngày 22/11/2012.

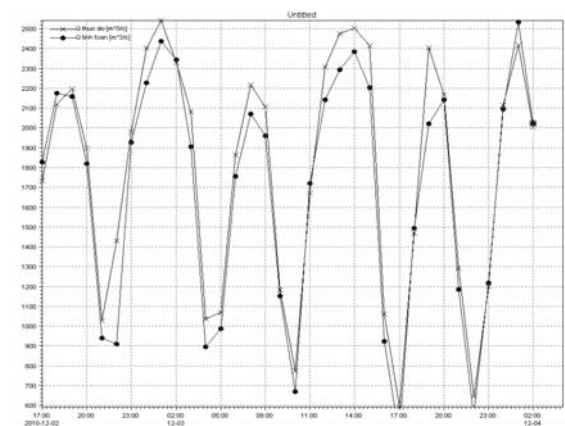
Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được thể hiện tại các hình vẽ và các bảng biểu ở dưới cho thấy các giá trị mực nước (H), lưu lượng (Q), vận tốc (V) giữa tính toán và thực đo là khá phù hợp.

Bảng 1. Kết quả hiệu chỉnh phân chia lưu lượng thực đo và tính toán

Thời gian	Phân chia lưu lượng nhánh phải và nhánh trái						Ghi chú
	Tổng		Nhánh phải (TV4)		Nhánh trái (TV2)		
	Q (m ³ /s)	%	Q (m ³ /s)	%	Q (m ³ /s)	%	
04h 14/12/2010	3099	100	2324	75	774.3	25	Thực đo
04h 14/12/2010	2857	100	2185	76.5	670.6	23.5	Tính toán



Hình 6. So sánh lưu lượng tính toán và thực đo tại vị trí TV4.



Hình 7. So sánh lưu lượng tính toán và thực đo tại vị trí TV2.

*** Nhận xét về mô hình ứng dụng:**

Đánh giá sai số giữa kết quả tính toán các thông số thủy lực dòng chảy của mô hình so với số liệu thực đo theo các chỉ tiêu thống kê là $RSR = 0.567$ và $NSE = 0.679$ đều nằm trong ngưỡng sai số cho phép.

Nhìn chung các kết quả đánh giá sai số về đường quá trình và sai số về tuyệt đối giữa tính toán và thực đo đều nằm trong giới hạn cho phép. Điều này chứng tỏ việc thiết lập mô hình và lựa chọn các thông số cho mô hình là hợp lý. Mô hình đảm bảo độ tin cậy, có thể áp dụng để tính toán nghiên cứu.

IV. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN, NGHIÊN CỨU

4.1. Các trường hợp tính toán, mô phỏng

- Các kịch bản nghiên cứu về nạo vét và khai thác cát:

+ PA0: Tính toán mô phỏng chế độ thủy lực dòng chảy của đoạn sông với điều kiện địa hình lòng dẫn hiện trạng khi chưa xét đến ảnh hưởng của các hoạt động nạo vét khai thác cát.

+ PA1: Khai thác cát, kết hợp nạo vét lệch trái tại vị trí sau phân lưu 600m chiều dài khai thác cát $L_{kt}=2500m$ về phía hạ lưu, chiều rộng khai thác tại mặt cắt phía thượng lưu $B1_{kt}=200m$, phía hạ lưu $B2_{kt}=500m$. Độ sâu khai thác $H_{kt}=3,5,7,10,15m$.

+ PA2: Khai thác cát, kết hợp nạo vét cửa vào của lạch trái từ vị trí trước phân lưu 400m. Chiều dài khai thác cát $L_{kt}=3500m$, chiều rộng hố khai thác phía thượng lưu $B1_{kt}=200m$, phía hạ lưu $B2_{kt}=500m$. Độ sâu khai thác $H_{kt}=3,5,7,10,15m$.

+ PA3: Khai thác cát, kết hợp nạo vét toàn bộ tuyến lạch trái từ vị trí cách mặt cắt phân lưu 400 về phía thượng lưu đến mặt cắt nhập lưu phía hạ lưu. Chiều dài khai thác cát $L_{kt}=9000m$, phạm vi khai thác cách bờ 100m, chiều rộng khai thác phụ thuộc vào từng vị trí. độ sâu khai thác $H_{kt}=3,5,7,10,15m$.

- Các trường hợp dòng chảy tính toán mô phỏng:

+ Dòng chảy nhỏ ứng với cấp lưu lượng $Q=5000m^3/s$.

+ Dòng chảy trung bình ứng với cấp lưu lượng $Q=9000m^3/s$.

+ Dòng chảy lũ nhỏ ứng với cấp lưu lượng $Q=12500m^3/s$.

+ Dòng chảy lưu lượng tạo lòng ứng với $Q=14000m^3/s$.

+ Dòng chảy lũ lớn ứng với cấp lưu lượng $Q=16000m^3/s$.

4.2. Một số kết quả tính toán, phân tích

a) Kết quả nghiên cứu tiến động về tỷ lệ phân lưu:

1. Tỷ lệ phân chia lưu lượng hiện trạng trên các nhánh sông:

Kết quả mô phỏng với 5 tổ hợp lũ điển hình trên sông Hậu ta thấy rằng tỷ lệ phân chia lưu lượng giữa hai nhánh phụ thuộc vào cấp lưu lượng dòng chảy phía thượng lưu. Lưu lượng thượng lưu càng lớn thì tỷ lệ phân lưu sang nhánh trái càng nhiều và ngược lại. Tính toán với phương án địa hình hình hiện trạng (PA0), xác định được tỷ lệ phân lưu dòng chảy vào nhánh phải chiếm 72÷75%, lưu lượng qua nhánh trái chỉ từ 25÷28% tổng lưu lượng dòng chảy của sông chính (xem bảng 1).

Bảng 2. Hiện trạng tỷ lệ phân lưu giữa hai nhánh sông, ứng với từng cấp lưu lượng tính toán

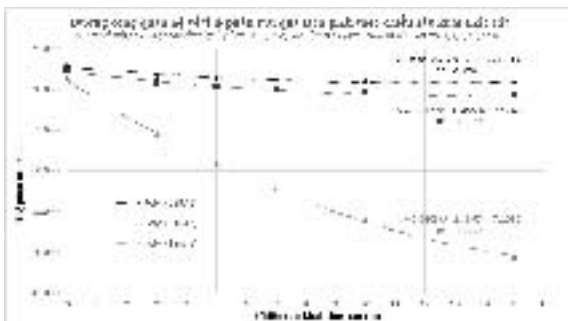
Cấp lưu lượng (m^3/s)	Thượng lưu		Hạ lưu		Lạch phải		Lạch trái	
	Q_{TL} (m^3/s)	Z_{TL} (m)	Q_{HL} (m^3/s)	Z_{HL} (m)	Q_p (m^3/s)	β_{Qp} (%)	Q_T (m^3/s)	β_{Qt} (%)
5000	4998.49	0.50	4998.49	0.42	3736.22	74.75	1262.27	25.25
9000	8995.74	0.60	8995.74	0.45	6686.84	74.33	2308.79	25.67
12500	12494.00	1.83	12494.60	1.60	9123.62	73.02	3370.67	26.98
14000	13993.20	2.07	13993.20	1.79	10171.20	72.69	3822.06	27.31
16000	15992.40	2.63	15992.40	2.32	11516.30	72.01	4476.11	27.99

2. Biến động tỉ lệ phân lưu dòng chảy qua nhánh phải:

Khi thực hiện các phương án khai thác cát kết hợp với việc nạo vét khơi thông lạch trái (lạch phụ) để chuyển một phần lưu lượng dòng chảy từ nhánh phải sang nhánh trái, so với phương án hiện trạng tỉ lệ phân lưu bên nhánh phải giảm từ 1,05÷23%, lưu lượng qua nhánh phải chỉ còn trong khoảng 49,6÷73,4% so với tổng lưu lượng trên dòng chính.

- Theo phương án nạo vét: Tỉ lệ phân lưu dòng chảy qua nhánh phải đều có xu thế giảm mạnh khi chiều sâu nạo vét khai thác cát trên lạch trái tăng lên. Khi chỉ thực hiện nạo vét khơi thông một phần lạch trái theo các phương án PA1 và PA2 thì tỉ lệ phân lưu qua lạch phải giảm không đáng kể, chỉ từ 1,5÷3,3%. Tỉ lệ phân lưu thay đổi mạnh nhất khi thực hiện giải pháp nạo vét toàn bộ tuyến lạch trái từ vị trí điểm phân lưu đến vị trí điểm nhập lưu của 2 lạch theo phương án PA3 (xem hình 8). Với phương án nạo vét PA3, dòng chảy qua lạch phải có thể giảm đến hơn 20%.

- Theo cấp lưu lượng: Kết quả tính toán ứng với cấp lưu lượng càng nhỏ thì tỷ lệ phân lưu qua lạch phải càng lớn và với cấp lưu lượng càng lớn thì biến động về tỷ lệ phân lưu qua lạch phải càng giảm. Điều này là hoàn toàn phù hợp với điều kiện về hình thái của các lạch sông. Lạch phải có chiều dài ngắn hơn và sâu hơn rất nhiều so với lạch trái.



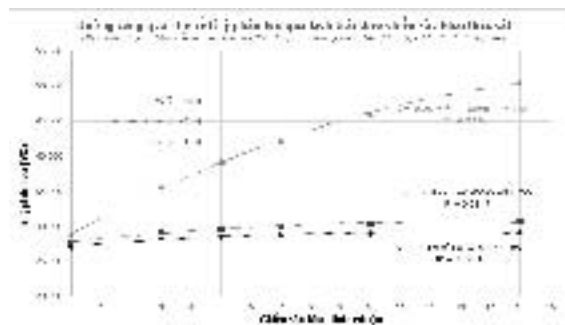
Hình 8. Quan hệ giữa tỉ lệ phân lưu dòng chảy qua lạch phải và chiều sâu nạo vét trên nhánh trái, ứng với các kịch bản khai thác cát.

3. Biến động tỉ lệ phân lưu dòng chảy qua nhánh trái:

Các kết quả tính toán đều cho thấy, khi nạo vét khơi thông dòng chảy trên lạch trái thì tỷ lệ phân lưu bên nhánh trái tăng lên từ 1,05÷23%, lưu lượng qua nhánh tăng từ 25,0% lên 50,4% so với tổng lưu lượng trên dòng chính.

- Theo phương án nạo vét: Tỉ lệ phân lưu dòng chảy qua nhánh trái tăng khi chiều dài và chiều sâu nạo vét tăng. Tỉ lệ phân lưu tăng mạnh khi thực hiện nạo vét khai thác cát với phương án PA3 (xem hình 9). Với phương án nạo vét PA3, có thể chuyển hơn 20% lưu lượng dòng chảy từ lạch phải qua lạch trái.

- Theo cấp lưu lượng: Kết quả tính toán ứng với cấp lưu lượng càng lớn thì tỷ lệ phân lưu qua lạch trái càng lớn và với cấp lưu lượng càng nhỏ thì biến động về tỷ lệ phân lưu qua lạch trái càng tăng.



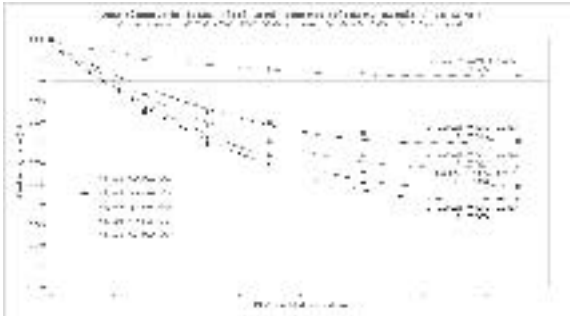
Hình 9. Quan hệ giữa tỉ lệ phân lưu dòng chảy qua lạch trái và chiều sâu nạo vét trên nhánh trái, ứng với các kịch bản khai thác cát.

b) Kết quả nghiên cứu biến động về mực nước:

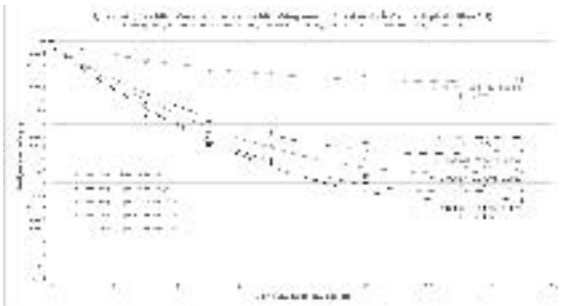
- Mực nước trên dòng chính phía thượng lưu và trên nhánh phải (lạch chính) đều có xu thế hạ thấp khi thực hiện các giải pháp việc nạo vét và khai thác cát trên nhánh trái (lạch phụ). Mức độ biến động (tăng, giảm) mực nước phụ thuộc vào từng phương án nạo vét (theo vị trí, quy mô) và theo từng cấp lưu lượng.

- Mực nước trên dòng chính và tuyến lạch phải giảm mạnh nhất khi nạo vét và khai thác cát trên lạch trái với độ sâu từ 3÷10m ($H_{kt} < 10m$).

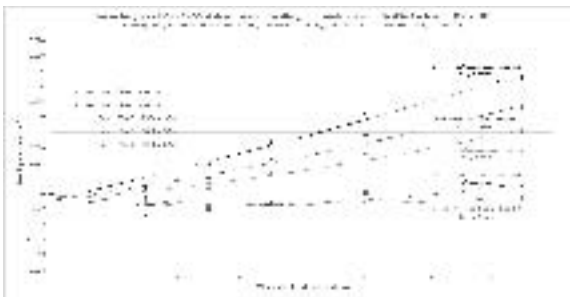
Khi nạo vét và khai thác cát trên lạch trái với độ sâu lớn hơn thì mức độ ảnh hưởng đến mực nước không tăng. Với cấp lưu lượng nhỏ hơn 12500m³/s, mực nước giảm mạnh, kết quả tính với các cấp lưu lượng lớn trên cấp lưu lượng tạo lòng 14000m³/s, mực nước giảm ít.



Hình 10. Quan hệ giữa độ hạ thấp mực nước trên **dòng chính** và chiều sâu nạo vét trên lạch trái, ứng với từng cấp lưu lượng tính toán.



Hình 11. Quan hệ giữa độ hạ thấp mực nước trên **lạch phải** và chiều sâu nạo vét trên lạch trái, ứng với từng cấp lưu lượng tính toán.



Hình 12. Quan hệ giữa độ hạ thấp mực nước trên **lạch trái** và chiều sâu nạo vét trên lạch trái, ứng với từng cấp lưu lượng tính toán.

c) Kết quả nghiên cứu biến động về vận tốc:

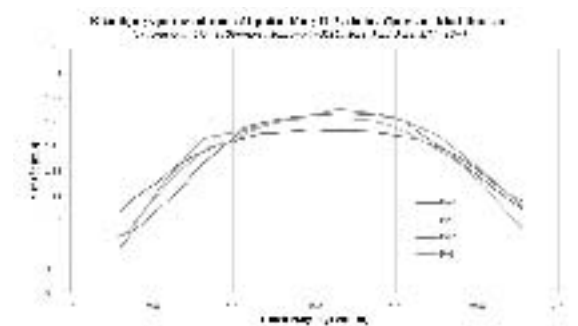
- Khi thực hiện các phương án nạo vét, khơi

thông dòng chảy bên lạch trái, thì vận tốc dòng chảy dòng chính phía thượng lưu (đoạn trước phân lưu) có xu thế tăng lên, khả năng thoát lũ tốt hơn. Vận tốc dòng chảy trên dòng chính tăng lên tỷ lệ thuận với việc mở rộng quy mô và chiều sâu nạo vét khai thác cát trên lạch trái (xem bảng 3).

- Kết quả tính toán với 5 cấp lưu lượng cho thấy biến động vận tốc dòng chảy giữa các phương án nạo vét theo cấp lưu lượng là không lớn. Mức độ biến động về vận tốc giữa các cấp lưu lượng trên dòng chính chỉ từ 0÷0.03m/s. Phân bố vận tốc trên mặt cắt ngang đều có xu thế tăng và chuyển dịch dòng chủ lưu từ bờ phải sang bờ trái sau nạo vét (xem hình 13).

Bảng 3. Biến động vận tốc trên dòng chính theo các cấp lưu lượng.
(Vị trí đánh giá: mặt cắt phân dòng trên lạch chính)

Cấp lưu lượng (m ³ /s)	Biến động vận tốc theo các cấp lưu lượng ΔV (m/s)				
	$H_{kt}=3$	$H_{kt}=5$	$H_{kt}=7$	$H_{kt}=1$	$H_{kt}=1$
	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>0m</i>	<i>5m</i>
5000	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004
9000	0.006	0.009	0.012	0.015	0.017
12500	0.009	0.013	0.016	0.021	0.025
14000	0.010	0.015	0.019	0.024	0.030
16000	0.010	0.015	0.019	0.024	0.031



Hình 13. Phân bố vận tốc tại mặt cắt phân dòng ứng với cấp lưu lượng

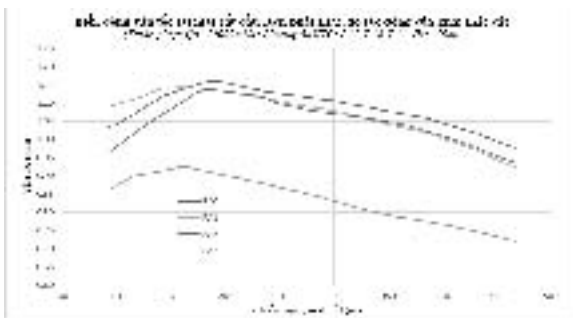
$Q_{tt}=14000 \text{ m}^3/\text{s}$, so sánh giữa các phương án nạo vét và khai thác cát.

- Vận tốc dòng chảy trên lạch phải ứng với các phương án nạo vét đều có xu thế giảm từ 0.01÷0.36m/s. Mức độ giảm phụ thuộc vào từng phương án nạo vét và theo từng cấp lưu lượng, vận tốc dòng chảy trên lạch phải giảm mạnh nhất khi thực hiện nạo vét toàn bộ tuyến lạch trái theo phương án PA3 (xem hình 14).

Bảng 4. Biến động vận tốc trên lạch phải theo các cấp lưu lượng.

(Vị trí đánh giá: mặt cắt đầu lạch phải)

Cấp lưu lượng (m ³ /s)	Biến động vận tốc theo các cấp lưu lượng ΔV (m/s)				
	H _{kt} =3m	H _{kt} =5m	H _{kt} =7m	H _{kt} =10m	H _{kt} =15m
5000	-0.060	-0.088	-0.110	-0.135	-0.163
9000	-0.105	-0.157	-0.199	-0.248	-0.304
12500	-0.105	-0.160	-0.206	-0.262	-0.329
14000	-0.110	-0.168	-0.218	-0.279	-0.353
16000	-0.108	-0.167	-0.218	-0.282	-0.362



Hình 14. Phân bố vận tốc tại mặt cắt đầu lạch phải ứng với cấp lưu lượng $Q_{tt}=14000 \text{ m}^3/\text{s}$, so sánh giữa các phương án nạo vét và khai thác cát.

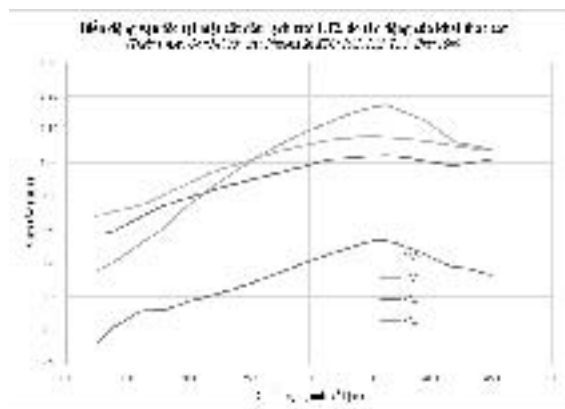
- Vận tốc dòng chảy trên lạch trái biến đổi phức tạp, phụ thuộc vào địa hình lòng dẫn của từng khu vực khác nhau. Mức độ biến động vận tốc tăng hoặc giảm phụ thuộc vào từng phương án, độ sâu nạo vét lạch trái và theo từng cấp lưu lượng (xem bảng 5).

- Phân bố vận tốc trên mặt cắt ngang theo tuyến lạch trái không đều, dòng chủ lưu có xu thế bám theo tuyến bờ trái ở đoạn đầu phân lạch. Dòng chảy đoạn cuối lạch sau đỉnh cong có xu thế áp sát tuyến bờ phải.

Bảng 5. Biến động vận tốc trên lạch trái theo các cấp lưu lượng.

(Vị trí đánh giá: mặt cắt đầu lạch trái)

Cấp lưu lượng (m ³ /s)	Biến động vận tốc theo các cấp lưu lượng ΔV (m/s)				
	H _{kt} =3m	H _{kt} =5m	H _{kt} =7m	H _{kt} =10m	H _{kt} =15m
5000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
9000	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003
12500	-0.106	-0.173	-0.232	-0.307	-0.408
14000	-0.115	-0.187	-0.251	-0.333	-0.443
16000	-0.119	-0.194	-0.262	-0.349	-0.466



Hình 15. Phân bố vận tốc tại mặt cắt đầu lạch trái (LT2) ứng với cấp lưu lượng $Q_{tt}=14000 \text{ m}^3/\text{s}$, so sánh giữa các phương án nạo vét và khai thác cát.

d) Nhận xét chung về biến động chế độ thủy lực dòng chảy:

Từ các kết quả nghiên cứu về tác động của việc nạo vét và khai thác cát trên lạch trái (lạch phụ) ảnh hưởng đến chế độ thủy lực dòng chảy của đoạn sông như đã tính toán, phân tích ở trên có thể rút ra một số nhận xét như sau:

- *Biến động về tỉ lệ phân lưu*: Tỉ lệ phân lưu dòng chảy vào lạch phải (lạch chính) giảm khi thực hiện các phương án nạo vét và khai thác cát trên lạch trái. Mức độ biến động phụ thuộc vào quy mô và vị trí nạo vét, khai thác. Tỉ lệ phân lưu thay đổi mạnh nhất khi nạo vét lạch trái từ vị trí mặt cắt phân dòng cho đến hết lạch và độ sâu nạo vét $H_{kt} < 10m$. Việc nạo vét khơi thông lạch trái có thể điều chỉnh được tỉ lệ phân lưu dòng chảy từ lạch phải qua lạch trái tăng từ 1,5÷23%. Mức độ biến động về tỷ lệ phân lưu phụ thuộc vào từng phương án nạo vét và theo từng cấp lưu lượng

- *Biến động về mực nước*: Mực nước trên dòng chính phía thượng lưu và trên nhánh phải (lạch chính) đều có xu thế hạ thấp khi thực hiện các giải pháp việc nạo vét trên nhánh trái (lạch phụ). Mực nước trên dòng chính và tuyến lạch phải giảm mạnh nhất khi nạo vét và khai thác cát trên lạch trái với độ sâu từ 3÷10m ($H_{kt} < 10m$). Khi nạo vét và khai thác cát trên lạch trái với độ sâu lớn hơn thì mức độ ảnh hưởng đến mực nước không tăng. Với cấp lưu lượng nhỏ hơn 12500m³/s, mực nước giảm mạnh, kết quả tính với các cấp lưu lượng lớn trên cấp lưu lượng tạo lòng 14000m³/s, mực nước giảm ít.

- *Biến động về vận tốc*: Vận tốc dòng chảy trên dòng chính phía thượng lưu và trên nhánh phải (lạch chính) đều có xu thế giảm khi nạo vét và khai thác cát trên nhánh trái. Vận tốc dòng chảy trên lạch trái biến động mạnh và không có quy luật rõ ràng giá trị vận tốc thay đổi phụ thuộc vào từng phương án, quy mô nạo vét và vị trí khai thác cát khác nhau.

Mức độ biến động về tỷ lệ phân lưu, mực nước và vận tốc dòng chảy của đoạn sông theo chiều sâu nạo vét và khai thác cát ($\Delta\beta-H_{kt}$; $\Delta H-H_{kt}$; $\Delta V-H_{kt}$) có quan hệ toán học theo biểu thức hàm bậc 2 (dạng $Y = a.H_{kt}^2 + b.H_{kt} + c$) với các hệ số tương quan khá chặt chẽ $R^2 > 0,9$.

V. KẾT LUẬN

Từ các kết quả tính toán, mô phỏng với nhiều

kịch bản nghiên cứu về nạo vét khai thác cát kết hợp với chỉnh trị lòng dẫn và so sánh với phương án hiện trạng nhận thấy:

1. Về tỉ lệ phân chia dòng chảy: Nếu chỉ nạo vét và khai thác cát trên một phần nhánh sông bên trái, hiệu quả điều chỉnh lại về tỉ lệ phân lưu dòng chảy không nhiều, chỉ từ 1,5÷3,3%, nên gần như chưa có tác động đến chế độ thủy lực dòng chảy ở hai nhánh sông và mức độ xói lở và bồi lắng ít xảy ra. Khi mở rộng và nạo vét toàn bộ nhánh trái từ mặt cắt phân dòng đến cuối lạch có hiệu quả khá rõ đối với tỷ lệ phân lưu dòng chảy trên các nhánh, lưu lượng từ nhánh phải chuyển bớt sang nhánh trái được 8,5 đến 23% lưu lượng tổng sông Hậu, tỷ lệ phân dòng vào nhánh phải chỉ còn chiếm khoảng 50% khi lũ lớn và 67% khi lũ nhỏ mực nước thấp.

2. Về chế độ thủy lực dòng chảy: Khi nhánh trái được nạo vét khơi thông tuyến lạch trái, mực nước và vận tốc dòng chảy trên dòng chính và tuyến lạch phải đều giảm, dòng chảy khi phân lưu vào nhánh trái được phân tán đều trên mặt cắt ngang sông, lòng sông được mở rộng hạn chế các khu xoáy và khu dòng chảy quẩn, giảm được mức độ và nguy cơ gây xói lở khu vực có xoáy cuộn, mặt khác dòng chảy lưu thông giảm bồi lắng lòng sông khi lưu lượng nhỏ. Bên nhánh phải một phần lưu lượng được chuyển bớt sang nhánh trái nên tại một số vị trí chế độ thủy lực và phân bố dòng chảy thay đổi, dòng chảy phân tán đều và rộng hơn trên mặt cắt ngang lòng sông, bên phía bờ phải đoạn qua thành phố Long Xuyên dòng chủ lưu đi ra xa bờ sông hơn, lưu tốc dòng chảy giảm nhỏ hơn so với hiện trạng và giảm áp lực của dòng chảy gây sạt lở bờ trong phạm vi này.

3. Về giá trị vận tốc dòng chảy: Do lưu lượng được chuyển bớt từ nhánh phải sang nhánh trái, nên giá trị lưu tốc bên nhánh phải đã giảm được 10÷12% so với phương án hiện trạng do đó có thể làm giảm thiểu nguy cơ gây sạt lở và các tác động bất lợi của dòng chảy đối với phía

bờ phải và khu vực thành phố Long Xuyên.

4. Việc mở rộng nạo vét, khai thác cát và kết hợp chỉnh trị để cải tạo lòng dẫn cho toàn tuyến nhánh trái giúp chuyển bớt một phần lớn lưu lượng từ nhánh phải sang nhánh trái làm cho tỷ

lệ phân lưu dòng chảy giữa hai nhánh hợp lý hơn, chế độ thủy lực đoạn sông thuận hơn, giảm mức độ bồi lắng ở nhánh trái và giảm áp lực dòng chảy gây nguy cơ sạt lở trên nhánh phải giúp duy trì sự ổn định cho toàn đoạn sông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lê Mạnh Hùng, Nguyễn Ngọc Quỳnh, Trần Bá Hoảng, Đặng Hồng Huệ, Hồ Việt Cường và nnk (2013-2014): “Dự án chỉnh trị dòng chảy nhằm hạn chế sạt lở bờ sông Hậu, bảo vệ đô thị TP Long Xuyên thích ứng với biến đổi khí hậu”. Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, Công ty ADICO.
- [2]. Lê Mạnh Hùng và nnk (2010): “Nghiên cứu ảnh hưởng hoạt động khai thác cát đến thay đổi lòng dẫn sông Cửu Long (sông Tiền, sông Hậu) và đề xuất giải pháp quản lý, quy hoạch khai thác hợp lý”. Đề tài độc lập cấp Nhà nước ĐTDL.2010T/29 – Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.
- [3]. River sand mining management guideline. Ministry of Natural Resources and Environment, Malaysia – September 2009.
- [4]. River sand mining and associated environmental problems in Sri Lanka. Ranjana U.K. Piyadasa, Department of Geography, University of Colombo, Sri Lanka.
- [5]. Danish Hydraulics Institute (2009, 2011), Mike21FM - Scientific Documentation & Reference Manual, DHI.