

SỬ DỤNG BÈ CÁ NHƯ KÈ MỎ HÀN ĐẢO CHIỀU DÒNG CHẢY ĐỂ PHÒNG CHỐNG XÓI LỞ TRÊN HỆ THỐNG SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Nghĩa Hùng, Lê Quân Quân, Đinh Quốc Phong
Viện khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Vấn đề sạt lở bờ sông trên hệ thống sông Cửu Long hiện đang là vấn đề bức xúc trong xã hội, gây mất ổn định an sinh cho người dân sống ven sông, đồng thời cũng là bài toán kinh tế, kỹ thuật không đơn giản. Nội dung bài báo giới thiệu cách làm mới, sử dụng hệ thống bè nuôi cá (hay lồng cá) hiện đang được khai thác khá nhiều ở trên sông Cửu Long làm kết cấu nổi giảm dòng chảy tác động vào bờ, qua đó giảm thiểu được sạt lở bờ sông. Áp dụng thành công giải pháp này vừa giảm được sạt lở, vừa tạo ra công ăn việc làm và kinh tế cho vùng, kết cấu thân thiện môi trường và chi phí không nhiều, có thể sử dụng nguồn kinh phí nhà nước và nhân dân cùng làm. Kết quả tính toán cho thấy, lồng bè có thể giảm vận tốc ép sát bờ và đẩy dòng chủ lưu ra xa bờ. Kích thước bè được lựa chọn dựa trên sự kết hợp giữa kinh nghiệm người nuôi cá (về độ oxy hòa tan, dòng chảy thích nghi, điều kiện sản xuất) và sự ổn định trong chính trị sông, tuy nhiên không nên chọn hệ số cản nước quá lớn sẽ tác động đến xói đầu khu vực bè cá và thay đổi cấu trúc dòng chảy toàn khu vực.

Từ khóa: Sạt lở bờ sông, Công trình bảo vệ bờ, Bè cá, Đồng bằng sông Cửu Long.

Summary: River bank erosion on the Mekong River system is currently a pressing issue in society, causing instability in the welfare of people living along the river, and also a not simple economical and technical problem. The content of the article introduces a new way of using the system of floating fish houses that are currently being exploited quite a lot in the Mekong River as floating structures (fish cages) to reduce the impact flow to the shore, thereby minimizing river bank erosion. Successfully applying this solution both minimizes landslides, creates jobs and economy for the region, environment-friendly structure and low cost, can use state and social funds together. The calculation results show that the cages can be applied to the river sections to reduce flow rate and direct main flow pattern away from eroded bank. The size of fish boat has to be selected base on experience of fishery and flow reduction ratio (f), however, the flow reduction ratio should not be exceed 0,7 because it cause erosion in front of fish houses area.

Key words: River bank erosion, river bank protection, Fishing houses, Mekong Delta.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống sông Cửu Long nằm ở đoạn cuối đổ ra biển của sông quốc tế Mê Công có chiều dài khoảng 250 km tính từ biên giới Việt Nam Campuchia đến cửa biển. Trong đoạn sông này có rất nhiều chỗ bị sạt lở và uy hiếp rất nghiêm trọng [3][4][5]. Theo kết quả điều tra của Viện khoa học Thủy lợi miền Nam trên hệ thống sông

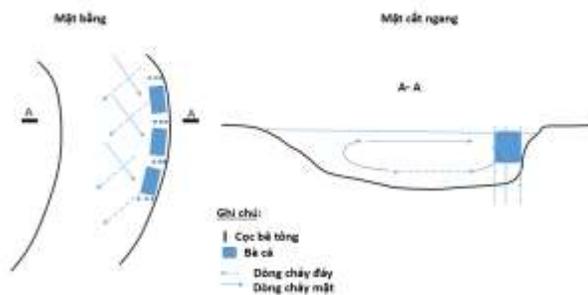
Cửu Long có đã có hơn 123 điểm sạt lở nguy hiểm với tổng chiều dài khoảng 231 km bờ sông sạt lở, trong đó có 65 điểm sạt lở đặc biệt nghiêm trọng với tổng chiều dài 101 km [7], công trình bảo vệ bờ sông và kênh rạch hiện có khoảng 136km được xây dựng, trong đó chủ yếu là kết cấu kè mái nghiêng, kết hợp nửa nghiêng nửa đứng, tường đỉnh bê tông cốt thép. Hầu hết các công trình bảo vệ bờ sông, kênh

Ngày nhận bài: 15/5/2022
Ngày thông qua phản biện: 30/5/2022

Ngày duyệt đăng: 06/6/2022

loại kết cấu này đều có giá thành cao, chi phí cho giải phóng mặt bằng và vật tư lớn, đặc biệt là các công trình trên sông lớn, giá thành giao động từ 50÷150tr/ 1m dài dọc theo bờ sông bảo vệ [6].

Do đặc điểm sông có lòng sông rộng, độ dốc hai bên bờ ở dạng đứng, với việc đất bờ rời bờ, nên việc bố trí công trình bảo vệ bờ sông với dạng hàng cọc kết hợp với bè nuôi sẽ tạo ưu điểm chống xói lở bờ sông.



Hình 1: Sơ họa các bố trí bè cá và tác dụng lên đoạn sông

Đặc điểm bè cá nuôi ở trên sông Cửu Long hiện nay cần sự ổn định về các trụ neo, điện nước để phục vụ sinh hoạt và tạo oxy cho các lồng bè, đồng thời đảm bảo môi trường nước nuôi ở vùng thích nghi tốt. Hầu hết do hạn chế về việc đầu tư hạ tầng neo để giữ kiên cố bè nuôi, hầu hết các hộ dân thường chọn đoạn sông cạn, vùng có dòng chảy lữ nhỏ, dẫn đến khi có bè nuôi dễ sinh dịch bệnh và ô nhiễm môi trường.

Qua điều tra thực tế trên hệ thống sông, ở những vùng nuôi có vận tốc dòng chảy từ 0,3÷0,5m/s (sau khi qua lực cản của bè) thường tạo ra độ thích nghi lớn, tạo cho cá nhanh phát triển, đồng thời dịch bệnh được hạn chế.

Trên cơ sở nhu cầu về bảo vệ bờ sông, đồng thời nhu cầu về tạo vùng nuôi cá an toàn, thích nghi, bài báo này nghiên cứu phân tích các giải pháp bè neo, và các vùng nuôi áp dụng bằng tính toán mô hình để lựa chọn thích hợp, đồng thời kết quả bài báo cho thấy việc áp dụng lồng bè để giảm sạt lở có thể áp dụng được khá nhiều nơi trong vùng ĐBSCL, qua đó có thể giảm thiểu

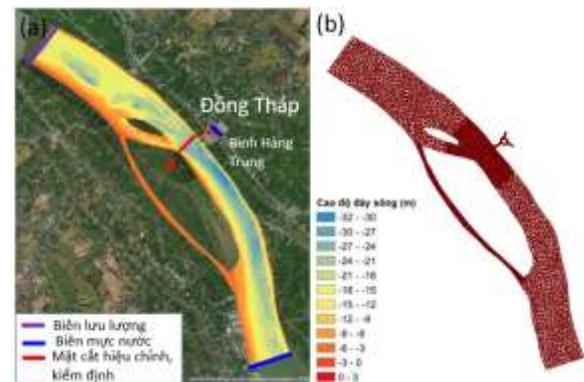
đầu tư công trình bảo vệ bờ và vẫn tăng được sinh kế cho các hộ dân nuôi trồng thủy sản. Các tính toán được áp dụng cho đoạn sông Bình Hàng Trung, thuộc huyện Cao Lãnh tỉnh Đồng Tháp, nơi đây cũng là nơi có nhu cầu di dời bè cá và phòng chống sạt lở nghiêm trọng của tỉnh.

2. PHƯƠNG PHÁP VÀ TÀI LIỆU SỬ DỤNG NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp nghiên cứu

a. Phương pháp mô hình

Để đánh giá sự tác động của dòng chảy trước và sau khi có hệ thống bè cá nuôi, chúng tôi sử dụng mô hình toán MIKE 3D cho bài toán thủy lực để tính toán cho đoạn sông, trên cơ sở địa hình khảo cứu thực tế đo đạc năm 2019 và các mô hình bè cá được thiết kế đưa vào mô hình toán, các biên tính toán được lấy theo biên thủy lực từ MIKE11 cho toàn vùng ĐBSCL.



Hình 2: Khu vực tính toán áp dụng thử nghiệm bè cá để phòng chống sạt lở trên mô hình MIKE 3, a) địa hình khu vực và các vị trí biên, vị trí hiệu chỉnh; b) lưới tính toán

Mô hình được thiết lập trên sông Tiền khu vực xã Bình Hàng Trung, huyện Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp với chiều dài với chiều dài sông khoảng 10 km và chiều rộng sông khoảng 1 km. Lưới của mô hình là lưới phi cấu trúc ba chiều với 5500 phần tử theo ngang với độ phân giải trung bình vào khoảng 50 m và 8 phần tử theo phương đứng (Hình 2,b). Khu vực mô phỏng công trình được chia lưới với độ chi tiết cao hơn với độ phân giải theo phương ngang khoảng 10

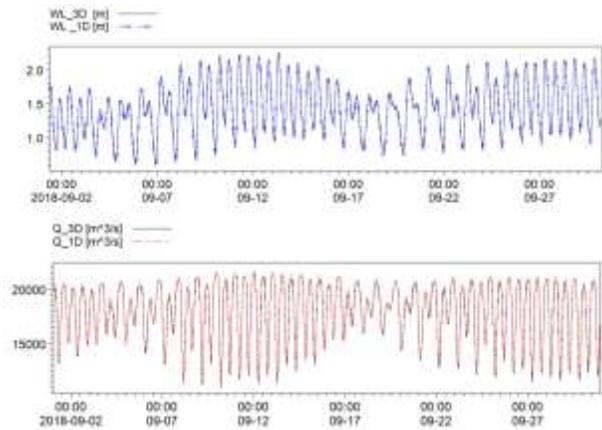
m. Số liệu địa hình sử dụng trong mô hình ở khu vực nghiên cứu được viện Khoa học Thủy lợi miền Nam đo đạc khảo sát vào tháng 12/2019 (Hình 2,a). Biên thượng nguồn được sử dụng là chuỗi số liệu lưu lượng trong khi biên hạ nguồn là chuỗi số liệu mực nước (Hình 2,a), khu vực cũng được các nhóm nghiên cứu trước đây theo dõi [1].

Hệ số Nash (NSE) (Nash and Sutcliffe, 1970)[2] được sử dụng để đánh giá độ chính xác của mô hình toán được xác định bằng công thức sau:

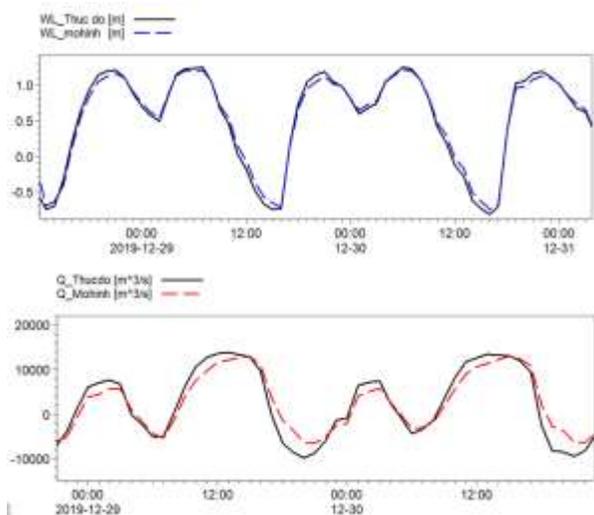
$$NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (Q_m^t - Q_0^t)^2}{\sum_{t=1}^T (Q_0^t - \bar{Q}_0)^2} \quad (1)$$

Trong đó \bar{Q}_0 là số liệu trung bình thực đo, Q_m^t là số liệu mô phỏng tại thời điểm t , Q_0^t là số liệu thực đo tại thời điểm t . Giá trị NSE thấp hơn 0,5 cho thấy mô hình mô phỏng kém hiệu quả, trong khi NSE cao hơn 0,5 cho thấy kết quả mô phỏng trung bình. Giá trị NSE cao hơn 0,65 tương ứng với mô hình mô phỏng tốt và giá trị NSE trên 0,8 biểu thị mô hình mô phỏng rất tốt.

Do sự hạn chế của số liệu thủy văn, thủy lực ở khu vực nghiên cứu nên mô hình 3D ban đầu được hiệu chỉnh với các kết quả của mô hình 1D (Q , H) trong thời đoạn lũ tháng 9 năm 2018 với hệ số Nash tương ứng giữa mô hình 1D và mô hình 3D cho lưu lượng và mực nước tại vị trí mặt cắt a (hình 2,a) lần lượt là 0,99 và 0,79 thể hiện kết quả rất tốt giữa mô hình tổng thể 1D và mô hình chi tiết 3D. Sau đó mô hình được kiểm định với số liệu thực đo lưu lượng và mực nước trong thời đoạn 28/12/2019 - 31/12/2019. Hệ số Nash kết quả cho lưu lượng và mực nước lần lượt là 0,97 và 0,90 thể hiện mô hình mô phỏng rất tốt thủy lực cho khu vực nghiên cứu.



Hình 3: Hiệu chỉnh mô hình 3D từ số liệu của mô hình 1D tại 09/2018



Hình 4: Kiểm định mô hình 3D từ số liệu thực đo ngày 28 ÷ 31/12/2019

Sau khi mô hình đã hiệu chỉnh và kiểm định thủy lực, mô hình được sử dụng để mô phỏng hoạt động của công trình bảo vệ bờ trong điều kiện biên thủy lực lũ năm 2011, Đây là một năm lũ lớn, điển hình trên ĐBSCL trong mười năm trở lại đây.

Mô hình được hiệu chỉnh, kiểm định (trong phạm vi bài báo không trình bày) và sau đó đưa vào sử dụng cho 4 trường hợp tính toán cơ bản như sau:

- HT0: tính toán cho dòng chảy hiện trạng (chưa có bè)
- KB1: tính toán cho dòng chảy khi có bè, với hệ thống cản $f=0,3$ (cho phép 70% dòng nước chảy qua khu vực có mặt cản).

- KB2: tính toán cho dòng chảy khi có bè, với hệ thống cản $f=0,5$ (cho phép 50% dòng nước chảy qua khu vực có mặt cản).
- KB3: tính toán cho dòng chảy khi có bè, với hệ thống cản $f=0,7$ (cho phép 30% dòng nước chảy qua khu vực có mặt cản).

Để phân tích vận tốc dòng chảy trước và sau hệ thống bè nuôi, chúng tôi lựa chọn các mặt cắt đại diện ở các vị trí phía trước khu vực bè nuôi, ở giữa khu vực bè nuôi và phía cuối khu vực bè nuôi, đồng thời trên mỗi mặt cắt lựa chọn 3 tầng (tầng mặt, tầng giữa và tầng đáy).

b. Phương pháp tính lực neo theo tiêu chuẩn thiết kế

Sử dụng các tiêu chuẩn thiết kế hiện hành về móng cọc (TCVN 10304: 2014), tải trọng tác động do sóng và tải trọng tàu lên công trình thủy (22TCN-222-1995), TCVN 8421:2010 công trình thủy lợi – tải trọng và lực tác dụng lên công trình do sóng và do tàu; TCVN 8421:2010 công trình thủy lợi – thiết kế công trình bảo vệ bờ.

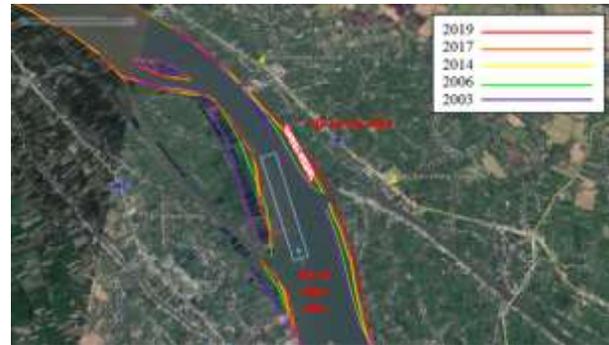
2.2. Tài liệu sử dụng

- Tài liệu địa hình 06/2019 bình đồ chi tiết khu vực do Viện KHTL miền Nam thực hiện.
- Tài liệu địa chất hố khoan tại khu vực nghiên cứu do Viện KHTL miền Nam thực hiện 06/2019.
- Tài liệu thủy văn được trích từ mô hình tính toán MIKE11 D đã được nghiên cứu phục vụ cho vùng nghiên cứu mô hình.

2.3. Mô tả khu vực ứng dụng giải pháp

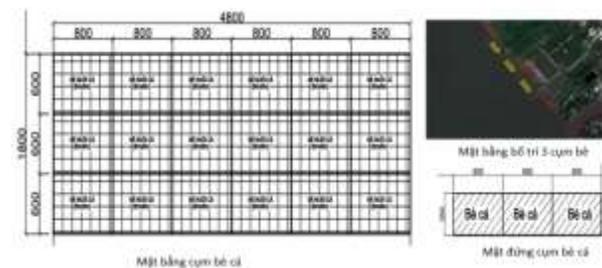
Khu vực xã Bình Hàng Trung thuộc huyện Cao Lãnh nằm trên bờ tả sông Tiền ở đoạn sông cong tiếp giáp giữa phía trên là thành phố Cao Lãnh phía dưới là Cái Bè Tiền Giang, nơi đây là một trong những trọng điểm sạt lở bờ sông của vùng ĐBSCL (xem hình 2). Diễn biến xói lở diễn ra hàng năm với tốc độ sạt lở rất lớn, diễn biến đường bờ lấn sâu trong giai đoạn 6 năm (2013-2019) là 360m, đồng thời phía bên bờ tả được bồi lắng và là khu vực ao nuôi và bè nuôi cá.

Các bè nuôi cá và ao nuôi hiện đang ở khu vực bờ lồi của đoạn sông cong, tạo điều kiện ép dòng chảy mạnh qua bờ trái, nơi đang diễn ra sạt lở mạnh. Để đảm bảo được ổn định cho người nuôi cá và giảm thiểu sạt lở, chúng tôi nhận thấy cần thiết phải áp dụng giải pháp bè cá, kết hợp với nạo vét khơi thông phía bờ lồi sẽ đảm bảo được sự ổn định cho khu vực.



Hình 5: Diễn biến bờ sông theo các năm và khu vực bè cá nuôi

Trên cơ sở nghiên cứu khu vực, chúng tôi đề nghị áp dụng giải pháp bè cá nhằm giảm thiểu sạt lở ở khu vực phía trên rạch Cái Bèo, nơi đoạn đầu vào khúc sông cong, đồng thời là đoạn hiện có tập trung đông dân cư, chiều rộng sông khá lớn chưa có sự ảnh hưởng về giao thông thủy, vùng dự kiến di dời bè cá thể hiện ở trên Hình 5.



Hình 6: Kích thước cụm bè cá và các bè nuôi nhỏ

Khu vực nuôi được phân làm 3 cụm bè, mỗi cụm gồm 18 bè đơn kết (dài x rộng x cao= 8m x 6m x 3,5m) với nhau, như vậy kích thước mỗi cụm (dài x rộng x cao= 48m x 18m x 3,5m), phần nổi trên mặt nước 0,5m, phần chìm 3,5m, với hệ số cản nước $f=1.0$ với các kích thước ao nuôi như hình vẽ sau. Cụm bè được bố trí dọc theo bờ sông (theo chiều dài) và chiều rộng

(18m) là chiều theo mặt cắt ngang sông, hoạt động như kè hoàn lưu với độ chìm sâu 3m từ mặt nước.

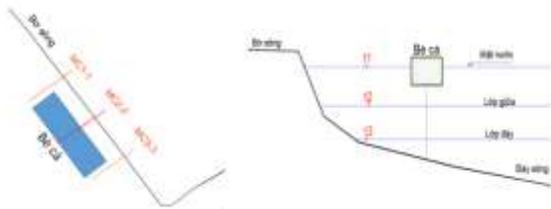
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Lưu tốc dòng chảy được trích xuất từ mô hình toán 3D với các vị trí và tầng nước như đã nêu ở trên, đồng thời kết hợp với hướng dòng chảy mặt so với phương đường bờ sông, để đánh giá sự thay đổi trong vùng có cụm bè cá.

Để có thể thấy rõ tác động lên dòng chảy của cụm bè cá, chúng tôi chọn ba mặt cắt đại diện cho khu vực dự án được lựa chọn để tính toán bao gồm:

- Mặt cắt MC1-1: Khu vực đầu bè cá
- Mặt cắt MC2-2: Khu vực giữa bè cá
- Mặt cắt MC3-3: Khu vực cuối bè cá

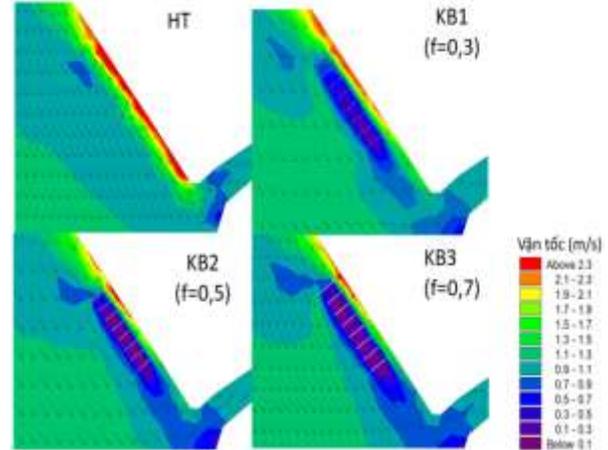
Lưu tốc dòng chảy được trích tại các vị trí trên mặt cắt tương ứng với các lớp mặt, lớp giữa và lớp đáy, như hình vẽ dưới đây.



Hình 7: Các vị trí xem xét sự thay đổi của dòng chảy

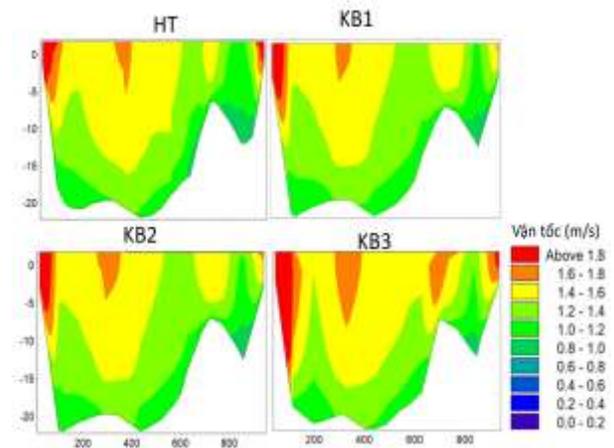
Tác dụng giảm dòng chảy ép sát vào bờ được tính toán trên mô hình 3D cho thấy rất rõ nét (hình 8), hệ số cản càng cao khả năng giảm vận tốc càng lớn, tuy nhiên điều này đồng nghĩa với việc đầu tư công trình đóng cọc neo càng lớn, do vậy tùy theo từng điều kiện cụ thể để lựa chọn hệ số cản dòng phù hợp.

Khi hệ số cản $f=0,7$ (cho phép 30% lượng nước qua mặt cản bè) có tác động mạnh đến dòng chủ lưu và có khả năng đẩy được dòng chủ lưu ra xa bờ, tuy nhiên, vận tốc khu vực giảm mạnh không đảm bảo oxy và độ thích nghi của cá.



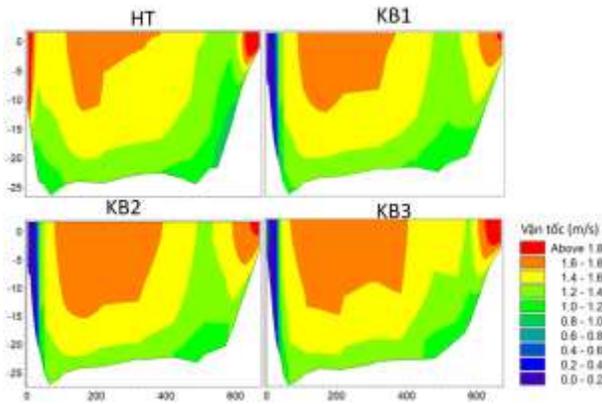
Hình 8: Các vị trí xem xét sự thay đổi của dòng chảy

Kết quả tính toán cho thấy, vận tốc dòng chảy khu vực trước bè không thay đổi nhiều và hệ số cản tăng cho thấy khu vực phía trước kè có xu thế có dòng quẩn làm tăng dòng chảy ven bờ (Hình 9), khi thủy triều và lũ cùng rút tại thời điểm 16/09/2011.



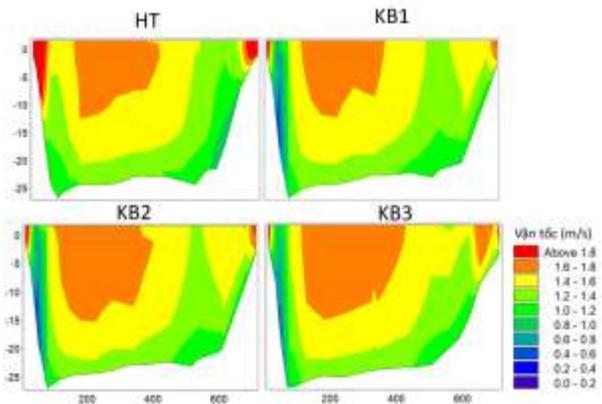
Hình 9: Kết quả tính toán tại MC1 vào lúc thủy triều rút (16/09/2011)

Tại mặt cắt 2 ở khu vực giữa bè, dòng chủ lưu ép sát bờ khi chưa có bè cá đã được đẩy ra giữa sông, đồng thời dòng sát bờ đã giảm rõ rệt, tuy nhiên vận tốc bờ phải bên cạnh gia tăng tùy theo hệ số cản của dòng nước.

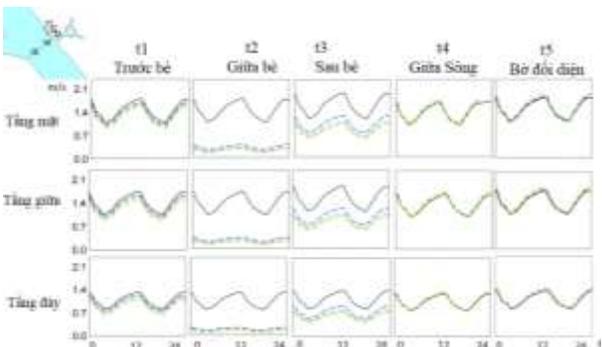


Hình 10: Kết quả tính toán tại MC2 vào lúc thủy triều rút (16/09/2011)

Tại mặt cắt 3 cho thấy, dòng chủ lưu được điều chỉnh, bè cá có tác dụng hướng dòng để dòng chảy phía sau bè có dòng chủ lưu ra xa bờ hơn, dòng chảy ép sát bờ được giảm đi đáng kể.



Hình 11: Kết quả tính toán tại MC3 vào lúc thủy triều rút (16/09/2011)



Hình 12: Kết quả tính toán tại MC3 vào lúc thủy triều rút (16/09/2011)

Hình 12 cho thấy, vận tốc trước bè, giữa sông và bờ đối diện trên các tầng nước không thay đổi nhiều, tuy nhiên ở vùng giữa bè và sau bè có sự thay đổi dòng chảy rất rõ rệt, cụ thể vận tốc giảm từ 1,4m/s xuống 0,5m/s tùy theo từng khu vực.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Thông qua tính toán mô hình 3D cho thấy, chúng ta có thể sử dụng cụm bè cá có tác dụng như kè mở hàn đảo chiều dòng chảy để hướng dòng chủ lưu ra xa bờ sông, tuy nhiên không nên sử dụng hệ số cản dòng nước cao sẽ gây tác động dòng quanh phía đầu khu vực bè cá.
- Hệ số cản dòng khoảng 0,3÷0,5 cho tác dụng hiệu quả và ít tác động đến xói đầu khu vực bè, và hạ lưu khu vực bè.
- Tác động của khu vực bè cá làm giảm vận tốc dòng chảy ép sát bờ thông qua đó có thể giảm xói lở và tăng khả năng bảo vệ bờ ở những đoạn sông cong.
- Nội dung bài báo chưa đánh giá sự hiệu quả trong nuôi lồng bè và tác động của cụm bè về phía hạ du khu vực, chưa tính toán đến các lực neo bè để có thể lựa chọn cọc neo hay ụ neo, do vậy chúng tôi kiến nghị cho phép nghiên cứu chi tiết sâu cho từng vùng để có thể ứng dụng giải pháp này một cách tốt nhất trong việc bảo vệ sông Tiền và sông Hậu.

Lời cảm ơn

Kết quả của bài báo là sản phẩm của đề tài ĐTĐL.CN-48/18 thuộc chương trình VIWAT “Nghiên cứu đề xuất giải pháp chỉnh trị hệ thống sông Tiền, sông Hậu phục vụ phát triển kinh tế xã hội bền vững vùng đồng bằng sông Cửu Long”, tập thể tác giả xin trân trọng cảm ơn Bộ Khoa học Công Nghệ đã tài trợ kinh phí để khảo sát, đo đạc và công sức tính toán phân tích được thể hiện tóm tắt trong bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Christian Jordan, JanTiede, Oliver Lojek, JanVisscher, HeikoApel, HongQuan Nguyen, Chau NguyenXuanQuang, Torsten Schlurmann, *Sand mining in the Mekong Delta revisited - current scales of local sediment deficits*, Nature Scientific Report, (2019) 9:17823 | <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53804-z>
- [2] Nash, J.E. and Sutcliffe, J.V. (1970) River Flow Forecasting through Conceptual Model. Part 1—A Discussion of Principles. *Journal of Hydrology*, 10, 282-290.
- [3] Guillaume B., Edward A., Marc G., Phillippe D., “Recent morphological changes in the Mekong and Bassac river channels, Mekong delta: The marked impact of river-bed mining and implications for delta destabilisation”, *Geomorphology* 224:177–191 · November 2014.
- [4] Chris H., Jim B., Dan P., Stephen D., Julian L., Rolf A., Andrew N., Chris U., (2013) Measuring Bedload and Suspended Load Sediment Flux in Large Rivers: New Data from the Mekong River and its Applications in Assessing Geomorphic Change, AGU 2013.
- [5] Stephensa J.D., Allisona M.A., Di Leonardo D.R., Weathers H.D., Ogstonc A.S., McLachlanc R.L., Xing F., Meselhe E.A., Sand dynamics in the Mekong River channel and export to the coastal ocean, *Continental Shelf Research* 147 (2017) 38-50.
- [6] Nguyễn Nghĩa Hùng & nnk, 2019, Đánh giá tác động của hạ thấp lòng dẫn đến thoát lũ hệ thống sông Cửu Long giai đoạn 1998-2018, Tuyển tập kết quả nghiên cứu hàng năm KC08.16-20.
- [7] Lê Mạnh Hùng và nnk, 2012, 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, Kết quả đề tài độc lập cấp nhà nước ĐTDL 2010T/29, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2012.
- [8] Nguyễn Nghĩa Hùng và nnk, “Nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ để điều chỉnh và ổn định các đoạn sông có cù lao đang diễn ra biến động lớn về hình thái trên sông Tiền, sông Hậu”, Viện khoa học Thủy lợi miền Nam, Kết quả đề tài KC08.21/11-15/2015;