NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY KHU VỰC CỬA SÔNG CỔ CHIÊN BẰNG MÔ HÌNH MIKE 21 FM

Nguyễn Văn Hồng, Trần Tuấn Hoàng, Võ Thị Thảo Vi, Huỳnh Thị Mỹ Linh
Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu

Cửa sông là nơi xảy ra các quá trình tương tác giữa biển và sông hết sức mạnh mẽ. Dòng chảy là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến vận chuyển bùn cát cũng như biến đổi hình thái tại khu vực cửa sông Cổ Chiên. Trong bài báo này sẽ trình bày kết quả tính toán dòng chảy khu vực cửa sông Cổ Chiên trong mùa mưa và mùa khô. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mực nước và vận tốc tại trạm Trà Vinh và Bến Trại đạt hệ số tương quan khá tốt. Bài báo ứng dụng mô hình Mike 21 FM nghiên cứu tính toán, ảnh hưởng của dòng chảy đến khu vực cửa sông.

Từ khoá: Cổ Chiên, dòng chảy, cửa sông.

1. Giới thiệu

Sông Cổ Chiên là một phân lưu của sông Cửu Long, chảy qua các tỉnh Vĩnh Long, Trà Vinh, Bến Tre. Sông bắt đầu từ thành phố Vĩnh Long, chảy theo hướng tây bắc - đông nam và đổ ra biển Đông qua 2 cửa sông là cửa Cung Hầu và cửa Cổ Chiên. Cửa Cổ Chiên lệch về phía tỉnh Bến Tre và cửa Cung Hầu lệch về phía Trà Vinh.

Con sông này có chiều dài khoảng 82 km, làm thành ranh giới tự nhiên giữa các tỉnh Vĩnh Long với Bến Tre, Trà Vinh với Bến Tre. Trên dòng sông Cổ Chiên cũng có nhiều cù lao và cồn như: cù lao Nai, cồn Chen, cồn Dung, cồn Lớn. Các cù lao và cồn này thuộc về tỉnh Bến Tre. Vị trí các trạm đo đạc các yếu tố khí tượng thuỷ văn trên sông Cổ Chiên như: VT1_Chợ Lách, VT2_Trà Vinh, VT3_Bến Trại và VT4 và VT5 (các trạm ven biển). Vùng biển ven bờ cửa sông Cổ Chiên là nơi chịu tác động tổng hợp của các yếu tố tự nhiên và con người. Các yếu tố tự nhiên như: sóng, thủy triều, gió, dòng chảy… Các tác động do con người như: hoạt động kinh tế - xã hội, nuôi trồng thủy sản, du lịch, cảng biển, giao thông vận tải thủy, …cũng ảnh hưởng đến chế độ dòng chảy vùng cửa sông.

Nghiên cứu này sử dụng mô hình Mike 21 FM là mô đun cơ bản tính toán trường dòng chảy với cách tiếp cận mắt lưới linh hoạt dạng tam giác phi cấu trúc. Mô đun này được ứng dụng nghiên cứu cho hải dương học, môi trường vùng cửa sông ven biển. Mô đun gồm các phương trình chính là phương trình liên tục và phương trình động lượng.

Hình 1. Vị trí các trạm trên sông Cổ Chiên

2. Phương pháp nghiên cứu

Các phương pháp được sử dụng trong bài báo này bao gồm:

- Phương pháp tổng hợp, phân tích và thống kê được sử dụng để tính toán các số liệu cơ bản như số liệu dòng chảy, triều, mực nước từ các số liệu thực đo và số liệu gió từ vệ tinh.

- Phương pháp điều tra khảo sát: đo đạc các số liệu khí tượng thủy văn, địa hình ở khu vực nghiên cứu để tính toán phục vụ cho mô hình tính.

- Phương pháp mô hình hóa: sử dụng mô hình Mike 21 FM để tính toán dòng chảy khu vực cửa sông Cổ Chiên.

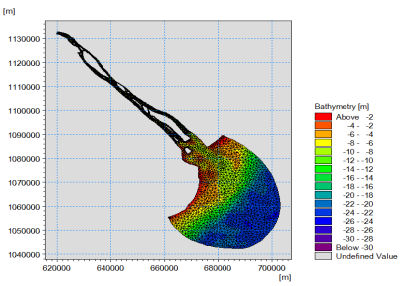
3. Dữ liệu đầu vào

3.1 Dữ liệu địa hình

Dữ liệu địa hình khu vực sông Cổ Chiên là dữ liệu thu thập từ kết quả đo đạc của đề tài cấp

Bộ "Nghiên cứu biến động hình thái cửa sông Cổ Chiên dưới tác động thủy động lực".

Lưới tính tại khu vực cửa sông Cổ Chiên được chia mịn tại các biên và ven bờ, tại các khu vực khác lưới tính được làm thô nhằm giảm thời gian tính. Tổng số nút lưới là 5919 nút bao gồm 9854 phần tử.



Hình 2. Địa hình và lưới tính khu vực nghiên cứu

3.2 Dữ liệu biên

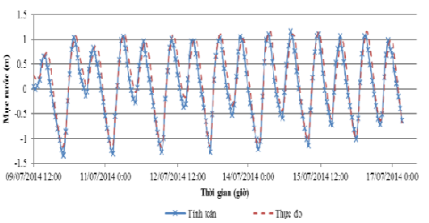
Dữ liệu được sử dụng gồm số liệu mực nước năm 2014 với biên trên là số liệu lưu lượng trạm Chợ Lách. Biên dưới (các biên phía biển) là chuỗi số liệu được phân tích từ các hằng số điều hòa được lấy trong mô hình Mike Zero.

4. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

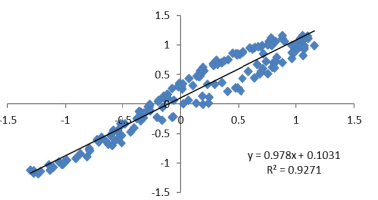
Mô hình mô phỏng tính toán dòng chảy khu vực từ Chợ Lách ra ngoài cửa sông Cổ Chiên trong khoảng thời gian từ 09/07 - 16/07/2014 (đợt 1) để hiệu chỉnh và từ 5/5 - 12/5/2015 (đợt 2) để kiểm định mô hình. Số liệu mực nước và độ lớn vận tốc dòng thực đo tại trạm Trà Vinh và Bến Trại trong 2 khoảng thời gian trên được dùng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

4.1 Kết quả hiệu chỉnh mô hình

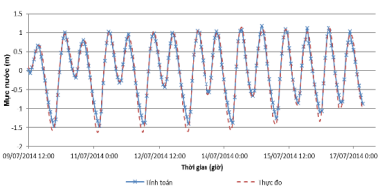
Kết quả hiệu chỉnh tại trạm Trà Vinh và Bến Trại đạt hệ số tương quan lần lượt là R2 = 0,98 và R2 = 0,98 cho giá trị vận tốc; R2 = 0,93 và R2 = 0,98 cho giá trị mực nước.



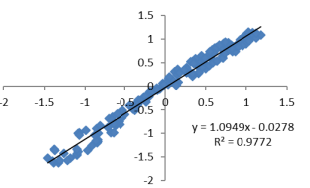
Hình 3. Mực nước thực đo và tính toán tại trạm Trà Vinh đợt 1



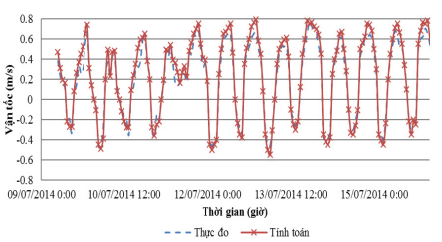
Hình 4. Tương quan mực nước giữa tính toán và thực đo tại trạm Trà Vinh đợt 1



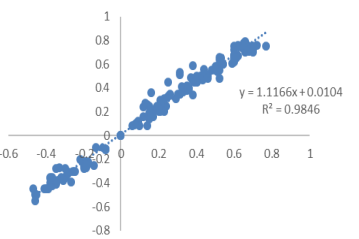
Hình 5. Mực nước thực đo và tính toán tại trạm Bến Trại đợt 1



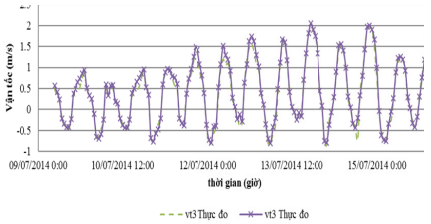
Hình 6. Tương quan mực nước giữa tính toán và thực đo tại trạm Bến Trại đợt 1



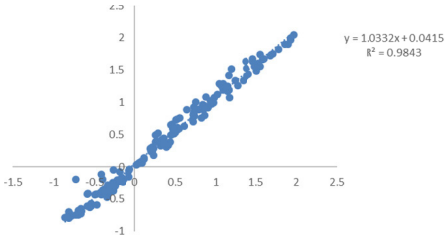
Hình 7. Độ lớn vận tốc thực đo và tính toán tại trạm Trà Vinh đợt 1



Hình 8. Tương quan độ lớn vận tốc tính toán và thực đo tại trạm Trà Vinh đợt 1



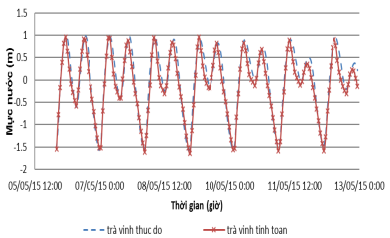
Hình 9. Độ lớn vận tốc thực đo và tính toán tại trạm Bến Trại đợt 1



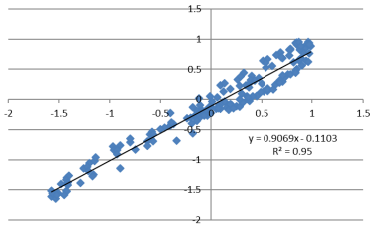
Hình 10. Tương quan độ lớn vận tốc tính toán và thực đo tại trạm Bến Trại đợt 1

4.2 Kết quả kiểm định mô hình

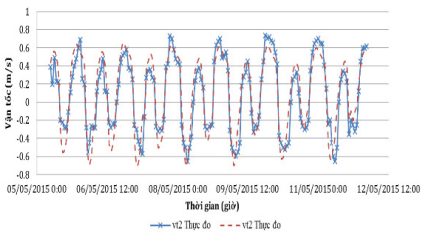
Từ bộ thông số đã hiệu chỉnh, mô hình được tính toán kiểm định trong thời gian từ ngày 5/5 - 12/5/2015, kết quả kiểm định mực nước tại trạm Trà Vinh cho hệ số tương quan R2 = 0,85 cho giá trị vận tốc; R2 = 0,95 cho giá trị mực nước.



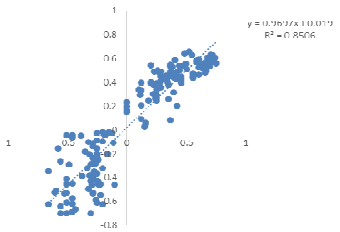
Hình 11. Mực nước thực đo và tính toán tại trạm Trà Vinh đợt 2



Hình 12. Tương quan mực nước giữa tính toán và thực đo tại trạm Trà Vinh đợt 2

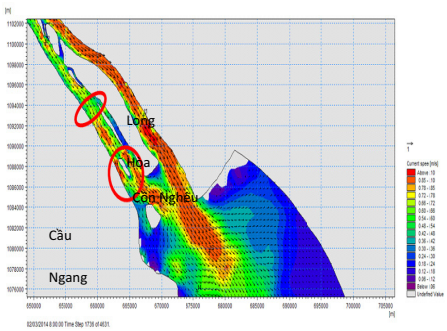


Hình 13. Độ lớn vận tốc thực đo và tính toán tại trạm Trà Vinh đợt 2

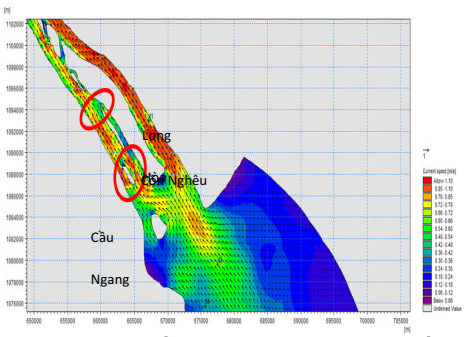


Hình 14. Tương quan độ lớn vận tốc tính toán và thực đo tại trạm Trà Vinh đợt 2

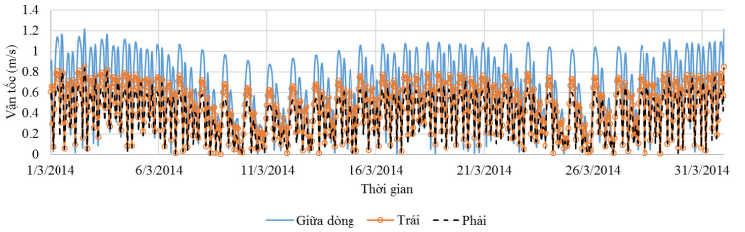
Kết quả so sánh mực nước và vận tốc giữa tính toán và thực đo tại trạm Trà Vinh và Bến Trại cho thấy bộ thông số được chọn lựa phù hợp cho mô phỏng dòng chảy tại khu vực cửa sông Cổ Chiên. Hệ số tương quan của mực nước và vận tốc đạt từ 0,97 trở lên. Mô hình tiếp tục sử dụng bộ thông số này để tính toán dòng chảy, kết quả này được sử dụng làm biên đầu vào cho mô hình tính toán vận chuyển trầm tích khu vực cửa sông Cổ Chiên.



Hình 15. Kết quả tính toán vận tốc và hướng dòng khi triều rút tại khu vực cửa sông Cổ Chiên lúc 8 giờ ngày 02/03/2014



Hình 16. Kết quả tính toán vận tốc và hướng dòng khi triều lên tại khu vực cửa sông Cổ Chiên lúc 14 giờ ngày 02/03/2014



Hình 17. Kết quả tính toán độ lớn vận tốc dòng tháng 3/2014 tại Bến Trại

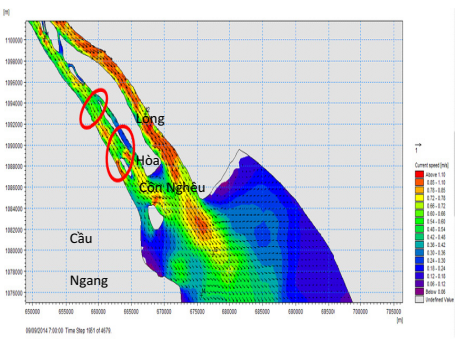
Từ kết quả mô phỏng trường dòng chảy ở cửa sông Cổ Chiên vào mùa khô tiêu biểu là tháng 3/2014 cho thấy vận tốc lớn chủ yếu tập trung ở giữa dòng (lớn nhất khoảng 1,20 m/s) và nhỏ dần khi vào 2 bên bờ (vị trí điển hình là tại Bến Trại). Do địa hình tại đây biến đổi có nhiều đoạn cong, địa hình đáy khá bằng phẳng và lòng sông hẹp dần khi vào sâu trong đất liền nên nhánh sông đổ ra cửa Cổ Chiên luôn có vận tốc dòng khá đồng đều và lớn hơn vận tốc dòng của nhánh sông đổ ra cửa Cung Hầu.

Nhánh sông Cổ Chiên đổ ra cửa Cung Hầu có nhiều cồn và cù lao gây cản trở làm chậm vận tốc dòng chảy, đây cũng là một trong những nguyên nhân làm cho dòng chảy tại đây biến đổi phức tạp:

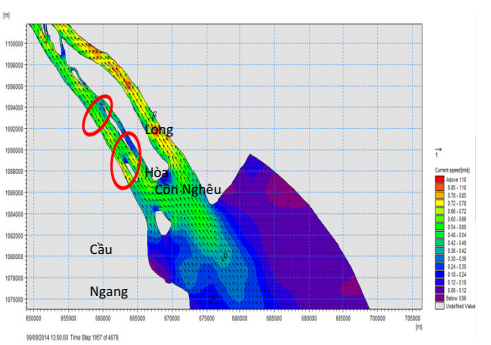
- Tại vị trí vòng màu đỏ phía trên: lòng dẫn tại đây phân chia thành 3 dòng chảy bởi 2 cù lao và 2 bờ của sông. Do đó, dòng chảy giữa 2 cù lao sẽ có vận tốc lớn nhất. Phía bờ tả, vận tốc dòng nhỏ hơn phía bờ hữu do địa hình lòng sông tại đây mở rộng, còn bên phía bờ hữu thì địa hình lòng sông co hẹp.

- Tại vị trí vòng màu đỏ phía dưới: lòng dẫn được mở rộng, vì thế vận tốc dòng chảy nhỏ hơn tại vị trí trên.

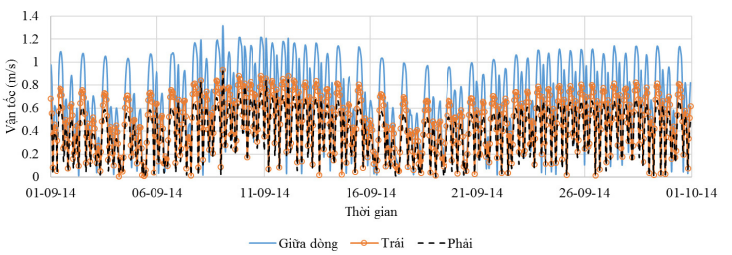
Kết quả mô phỏng trường dòng chảy mùa khô cho thấy vận tốc triều rút chiếm ưu thế, nhất là ở luồng tàu bên cửa Cổ Chiên, kéo dài từ Chợ Lách ra cửa biển, cửa Cung Hầu cũng xuất hiện vận tốc lớn, tuy nhiên ra đến cửa biển bị các cồn cát làm giảm tốc độ. Khi triều lên trong mùa này dòng chảy thượng nguồn kém, dòng triều đi vào cửa sông chiếm ưu thế.



Hình 18. Kết quả tính toán vận tốc và hướng dòng khi triều rút tại khu vực cửa sông Cổ Chiên lúc 7 giờ ngày 09/09/2014



Hình 19. Kết quả tính toán vận tốc và hướng dòng khi triều lên tại khu vực cửa sông Cổ Chiên lúc 13 giờ ngày 09/09/2014



Hình 20. Kết quả tính toán độ lớn vận tốc dòng tháng 9/2014 tại Bến Trại

Kết quả mô phỏng trường dòng chảy mùa mưa tiêu biểu là tháng 9/2014 cho thấy, vận tốc lớn tập trung chủ yếu ở giữa dòng (cao nhất đạt 1,31 m/s) và nhỏ dần ở hai bên bờ tại Bến Trại. So sánh kết quả tính vận tốc và hướng dòng khi triều lên tháng 3/2014 lớn hơn tháng 9/2014. Trong mùa mưa, lũ thượng nguồn mạnh kết hợp dòng triều khi rút đã tạo nên vận tốc chảy ra mạnh hơn vận tốc chảy vào.

6. Kết luận

Trường dòng chảy tại khu vực cửa sông Cổ Chiên đã được tính toán đặc trưng trong tháng 3 và tháng 9 năm 2014, hai tháng tiêu biểu cho mùa khô và mùa mưa.

Kết quả mô phỏng trường dòng chảy mùa khô cho thấy, vận tốc triều rút chiếm ưu thế và khi triều lên dòng chảy thượng nguồn kém, dòng triều đi vào cửa sông chiếm ưu thế. Trong mùa mưa, lũ thượng nguồn mạnh kết hợp dòng triều khi rút đã tạo nên vận tốc chảy ra mạnh hơn vận tốc chảy vào. Nghiên cứu chỉ mới dừng ở việc tính toán dòng chảy chưa kết hợp tính toán sóng, diễn biến lòng dẫn nên kết quả mới dừng ở mức đánh giá chung mang tính định hướng và sẽ được bổ sung ở nghiên cứu tiếp theo.

Tài liệu tham khảo

1. DHI (2012), MIKE 21 & MIKE 3 FLOW MODEL FM Hydrodynamic and Transport Module Scientific Documentation.

2. DHI (2012), MIKE 21 FLOW MODEL FM.

3. DHI (2012), MIKE 21 & MIKE 3 FLOW MODEL FM Hydrodynamic Module Step-by-step training guide.

4. Nguyễn Văn Hồng và cộng tác viên (2014), *Nghiên cứu đặc điểm khí tượng – thủy hải văn khu vực cửa sông Cổ Chiên*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 648.

5. Nguyễn Văn Hồng (2015), *Nghiên cứu biến động hình thái cửa sông Cổ Chiên dưới tác động thủy động lực*. Đề tài cấp Bộ.

6. Phạm Văn Huấn (2002), Động lực học biển – phần III. Thủy triều, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.

MODELING THE FLOW IN THE CO CHIEN ESTUARY BY MIKE 21 MODEL

Nguyen Van Hong, Tran Tuan Hoang, Vo Thi Thao Vi, Huynh Thi My Linh
Sub-Institude of Hydrometeorology and Climate change

An estuary is a place of strongly interactive dynamic processes between a river and the sea. The flow is one of the important factors affecting sediment transportation and morphological change in the Co Chien estuary area. In this paper, we flow the result of calculating flow in the Co Chien estuary in both flood season and dry season. The calibration - verification of water level, and velocity were well correlation coefficients at Tra Vinh and Ben Trai stations. The effects of flow to an estuary in this study were used Mike 21 FM model.

Key words: Co Chien, flow, estuary.