

SỬ DỤNG MÔ HÌNH TOÁN 3 CHIỀU MÔ PHỎNG LAN TRUYỀN MẶN VÙNG CỬA SÔNG HẬU

Đỗ Đắc Hải

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Đặc tính phân tầng nồng độ mặn của một cửa sông phụ thuộc vào chế độ dòng chảy sông và dòng chảy thủy triều. Do đó ở mỗi cửa sông khác nhau đặc tính phân tầng mặn sẽ khác nhau phụ thuộc vào các yếu tố địa hình, thủy văn (lưu lượng thượng nguồn, thủy triều ngoài biển, nhập lưu dòng chảy dọc sông...). Xâm nhập mặn tại một cửa sông được phân làm ba dạng chính: 1) xáo trộn hoàn toàn; 2) bán phân tầng và 3) phân tầng mạnh tạo hình dạng “nêm mặn”. Nội dung bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu, mô phỏng về đặc tính xâm nhập mặn tại vùng cửa sông Hậu bằng mô hình toán 3 chiều (3D)

Từ khóa: Mô hình 3 chiều (3D), xâm nhập mặn, nồng độ mặn, phân tầng mặn, nêm mặn cửa sông Hậu, nhánh Định An, nhánh Trần Đề, thời điểm nước ngưng khi đỉnh triều (HWS) và thời điểm nước ngưng khi chân triều (LWS).

Summary: The salinity stratification characteristic of an estuary depends on the river flows and tidal currents regime. That is therefore, the characteristics of each river differ, salinity stratification characteristic will be different depending on topographical and hydrological factors (upstream flow, sea tide, affluent flow along the river ...). Saline intrusion at an estuary is divided into three main types that are: completely disturbed, semi-stratified and strongly stratified (forming saline wedges). This paper has presented the study results and the simulation of the saline zone to understand and have the overall of the characteristics of saline intrusion in the Hau estuary by 3D mathematical model.

Keywords: saline intrusion, salinity concentration, salinity stratification, Hau river estuary, numerical simulation for saline intrusion.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xâm nhập mặn là một đặc tính cơ bản của các cửa sông chịu ảnh hưởng của thủy triều. Xâm nhập mặn của một cửa sông và nhánh sông sẽ theo không gian 3 chiều và theo thời gian. Nghiên cứu về xâm nhập mặn tại các cửa sông là một vấn đề được nghiên cứu rất nhiều và được áp dụng thực tế sản xuất rất tốt. Có rất nhiều nghiên cứu về xâm nhập mặn như đo đạc hiện trường, thí nghiệm vật lý, xây dựng các công thức thực nghiệm và giải tích, mô hình toán số,... Hiện nay, tính toán xâm nhập mặn tại các vùng cửa sông ven biển ĐBSCL nói

chung và các nhánh thuộc cửa sông Hậu nói riêng chủ yếu bằng mô hình một chiều và kết quả đã được áp dụng khá tốt phục vụ sản xuất nông nghiệp, thủy sản môi trường, trên vùng diện tích không gian rộng, tuy nhiên để nghiên cứu sâu hơn về cơ chế xâm nhập mặn đặc biệt là vấn đề phân tầng mặn, khi đó mô hình một chiều không thể đáp ứng được.

Khi đi vào các vùng diện tích hẹp hơn, việc xác định phân tầng mặn theo thời gian và không gian có ý nghĩa cả về thực tiễn và lý thuyết. Ở góc độ thực tiễn, hiểu biết được vùng và thời điểm xuất hiện nêm mặn, cho phép người sử

Ngày nhận bài: 17/6/2020

Ngày thông qua phản biện: 20/7/2020

Ngày duyệt đăng: 03/8/2020

dụng nước có thêm cơ hội lấy nước ngọt ở tầng mặt để phục vụ sản xuất, ở góc độ lý thuyết đây là vùng nhiễu giữa dòng chảy sông và biển, có sự tham gia trao đổi chất mà trong đó quá trình khuếch tán và hòa tan diễn ra mạnh mẽ.

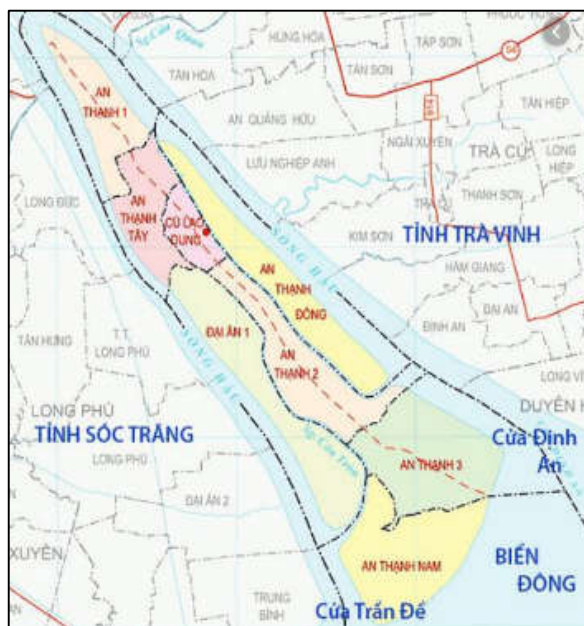
Vì vậy, để đánh giá sự phân tầng tại các cửa sông ĐBSCL dựa trên các công thức giải tích và một số liệu đo đạc khảo sát thực tế nồng độ mặn theo chiều sâu dòng chảy tác giả đã tính toán sơ bộ đặc tính phân tầng cho toàn bộ các nhánh sông ven biển vùng ĐBSCL và qua đó đã sơ bộ xác định được một số đặc tính phân tầng như: hệ số phân tầng, thời gian phân tầng, thời điểm và khu vực (không gian dọc sông) của hiện tượng phân tầng. Tuy nhiên, trong các tính toán đánh giá dựa trên số liệu thực đo, hoặc công thức kinh nghiệm về giải tích, chỉ cho kết quả định tính được khả năng có hiện tượng phân tầng mà chưa định lượng được nồng độ mặn theo các tầng khác nhau theo các chiều không gian (chiều sâu, dọc sông, ngang sông), đặc biệt chưa mô tả được nêm mặn dọc theo sông trong các thời điểm và thời gian khác nhau. Vì vậy, sử dụng mô hình toán 3D có ý nghĩa hỗ trợ về mặt lý thuyết để giải quyết vấn đề này. Trong nội dung bài báo này bước đầu giới thiệu các kết quả mô phỏng phân tầng mặn, đặc tính nêm mặn cho hai nhánh sông Hậu (nhánh Định An và nhánh Trần Đề).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phạm vi nghiên cứu

Việc nghiên cứu tính toán bằng mô hình 3D cần rất nhiều tài liệu đầu vào như: thủy văn, yếu tố hình thái sông, số liệu thực đo mặn theo chiều sâu dòng chảy, địa hình đáy sông... và đặc biệt là mất rất nhiều thời gian xây dựng sơ đồ tính toán, thời gian mô phỏng tính toán. Do tài liệu về địa hình đáy sông và các tài liệu khảo sát thực đo về mặn phân tầng theo chiều sâu tại các nhánh sông Cửu Long khá hạn chế do đó trên cơ sở các số liệu tài liệu thu thập và đo đạc được trong nghiên cứu này sẽ chỉ tính toán đánh giá cho hai nhánh sông Hậu (nhánh Định An và

nhánh Trần Đề).



Hình 1: Phạm vi và đối tượng nghiên cứu

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu phụ thuộc chặt chẽ vào yêu cầu nghiên cứu tính toán, kết quả mong đợi và các số liệu đầu vào, trên cơ sở những tài liệu số liệu hiện có, các phương pháp nghiên cứu chính đã được sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm

- Phương pháp kế thừa: kế thừa các tài liệu, số liệu về thủy văn, thủy lực, xâm nhập mặn, kết quả tính toán thủy lực từ các nghiên cứu tổng thể về thủy lực, xâm nhập mặn cho vùng ĐBSCL. Đồng thời, trong nghiên cứu đã kế thừa và áp dụng các công thức thực nghiệm trong tính toán các vấn đề liên quan đến thủy động lực, cơ chế xâm nhập mặn vùng cửa sông ven biển.
- Phương pháp phân tích, đánh giá số liệu tài liệu: từ các số liệu thực đo về thủy lực, xâm nhập mặn... sẽ phân tích để đánh giá định tính xu hướng xâm nhập mặn, khả năng hình thành phân tầng tại khu vực nghiên cứu.
- Phương pháp mô hình toán số: để đáp ứng được mục tiêu mong đợi của nghiên cứu là mô phỏng đặc tính nêm mặn cho vùng cửa sông

Hậu trong nghiên cứu này sẽ dùng phương pháp mô hình 3 chiều (3D) để nghiên cứu tính toán.

2.3. Lựa chọn mô hình tính toán

Khi tốc độ máy tính chưa cao, phương pháp giải còn hạn chế thì thông thường các nghiên cứu xây dựng mô hình dạng 1D với các phương trình tính toán đã được rút gọn và đơn giản hóa. Trong thời gian gần đây và hiện nay khi máy tính và công nghệ tính toán phát triển vượt bậc và yêu cầu về độ chính xác của mô hình ngày càng được nâng cao. Yêu cầu tính toán nâng cao dẫn các nhà nghiên cứu trở lại với hệ các phương trình nguyên thủy của hiện tượng vật lý. Mô hình sử dụng hệ các phương trình nguyên thủy chỉ được triển khai đầy đủ khi sử dụng phương pháp 3 chiều (3D).

Trong một số trường hợp và yêu cầu tính toán cụ thể đặc biệt như các tính toán liên quan đến dòng chảy phân tầng, nê-mặn vùng cửa sông, phân bố nhiệt độ, mô tả khả năng bồi xói lắng đọng, dòng chảy trong các hố xói sâu, xói lở qua trụ cầu hoặc tại nơi gần các công trình... thì sử dụng mô hình 2 chiều đứng (2DH) hoặc mô hình 3D là các lựa chọn phù hợp.

Phần lớn các mô hình thủy động lực ở dạng 3 chiều đều giải phương trình liên tục và Navier - Stokes bằng phương pháp sai phân hữu hạn, phần tử hữu hạn hoặc thể tích hữu hạn. Phương trình Navier - Stokes được giải bằng phương pháp trung bình hóa của Reynolds. Phương trình Reynolds có thể chia thành hai dạng: dạng thủy tĩnh và phi thủy tĩnh. Mô hình dạng thủy tĩnh có độ chính xác không cao khi tính toán dòng chảy ở những nơi có sự thay đổi ứng suất lớn. Ngược lại, mô hình dạng phi thủy tĩnh có độ chính xác cao hơn và có khả năng mô tả những đặc tính phức tạp của dòng chảy thứ cấp trong một miền tính phức tạp.

Một số mô hình 3D hiện nay đang được sử dụng để tính toán thủy lực, truyền chất, nhiệt độ, xói lở hiện nay đang được sử dụng có thể kể đến là: Mô hình MIKE3 (DHI - Đan Mạch), Mô hình

DELFT3D (Delft Hydraulics - Đan Mạch), Mô hình TELEMAC-3D (Pháp), Mô hình EFDC (Hoa Kỳ), Mô hình VNU/MDEC (Đình Văn Ưu và các cộng sự - Trường Đại học Quốc gia Hà Nội).

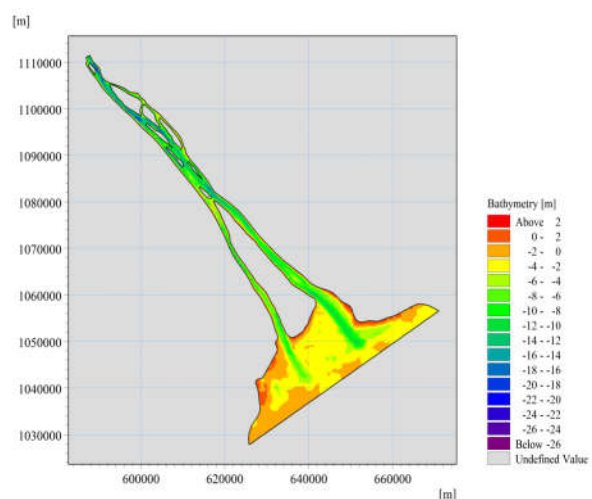
Dựa trên những số liệu thu thập, tài liệu khảo sát đo đạc, kinh nghiệm trong nghiên cứu tính toán trong nghiên cứu này sử dụng mô hình MIKE3 (DHI - Đan Mạch) để tính toán mô phỏng.

2.4. Tài liệu dùng trong nghiên cứu

2.4.1 Tài liệu địa hình

Địa hình lòng sông và ngoài biển khu vực nghiên cứu chủ yếu được thu thập và kế thừa từ các nghiên cứu của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam:

(1) Đề tài cấp Quốc gia KC 08.12/16-20: “Nghiên cứu tác động bất lợi của biến đổi hình thái lòng dẫn và hạ thấp mực nước hệ thống sông Cửu Long, đề xuất giải pháp giảm thiểu”, 2016-2020; (2) Đề tài cấp Quốc gia: 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 (ĐTĐL 2010G/29), 2010-2013.



Hình 2: Địa hình vùng nghiên cứu

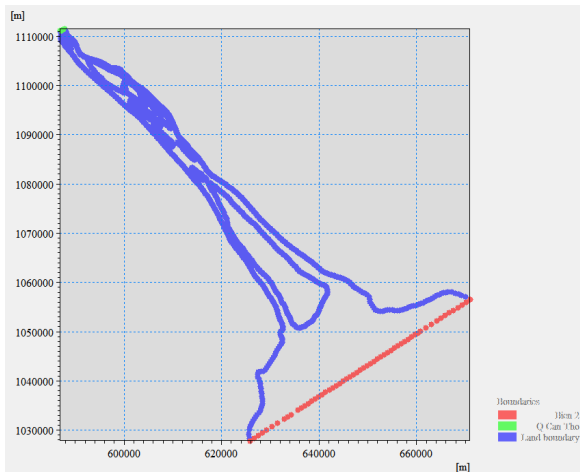
2.4.2 Tài liệu thủy văn, mặn làm biên của mô hình

Tài liệu thủy văn: Định dạng biên trong mô hình tính gồm có 3 biên: biên khô (là các biên giới hạn giữa dòng chảy và đường bờ) và 02 bên ướt (biên lưu lượng thượng lưu và biên mực nước hạ lưu). Biên thượng lưu là số liệu thực đo lưu lượng của trạm thủy văn quốc gia Cần Thơ, biên hạ lưu là mực nước biển được trích xuất từ công cụ tính toán thủy triều trên toàn cầu trong module MIKE21 Toolbox(.21t) của MIKE21 và được hiệu chỉnh với số liệu thực đo của trạm thủy văn Trần Đề.

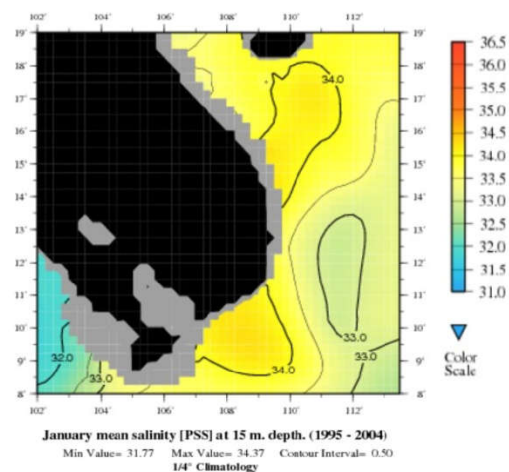
Tài liệu biên mặn: Các cửa sông ĐBSCL thường rất rộng (từ 1 đến vài km) không thể đo đạc được độ mặn đặc trưng, mà có thực hiện đo đạc cũng rất tốn kém do đó thực tế hiện nay để

tính toán mặn hiện nay các biên mặn phía biển hầu hết được lấy là hằng số (từ 25-27mg/l) hay lấy nội suy sau đó chạy mô phỏng và lấy kết quả từ mô phỏng làm biên cho các lần chạy mô phỏng tiếp theo việc làm này không phản ánh đúng bản chất tự nhiên. Để giải quyết các vấn đề trên trong nghiên cứu sẽ xây dựng phạm vi sơ đồ tính ra xa phía biển lúc này độ mặn thường không đổi theo mùa (cỡ 34-36g/l). Hiện nay trên thế giới có nhiều nguồn tài liệu về độ mặn ngoài biển để có thể trích xuất làm biên cho mô hình tính toán, trong nghiên cứu này số liệu biên mặn ngoài biển được trích xuất từ bản đồ tuyến

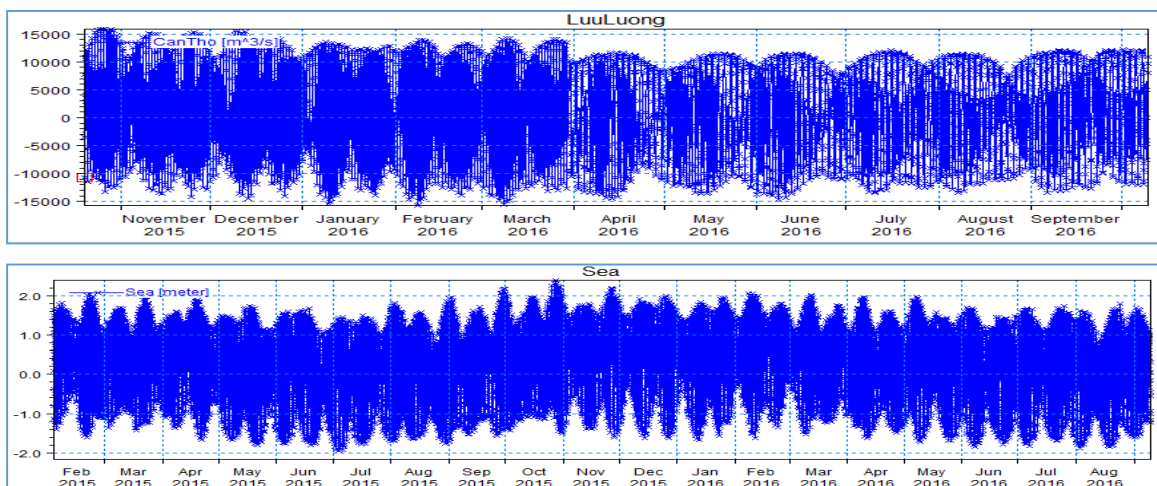
<https://www.nodc.noaa.gov/General/salinity.html>



Minh họa sơ đồ biên mô hình



Phân bố mặn vùng biển Việt Nam



Hình 3: Biên lưu lượng và mực nước cho mô hình

2.4.3 Tài liệu hiệu chỉnh mô hình

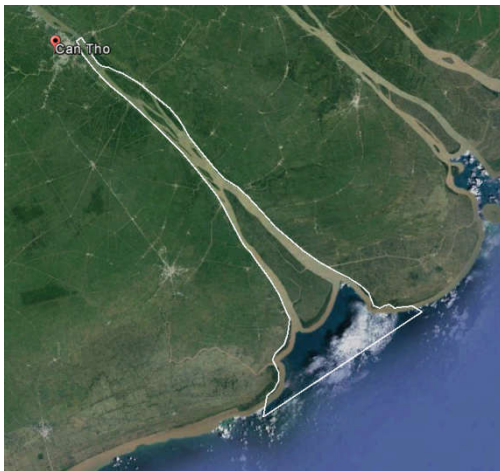
Hiệu chỉnh thủy lực: Hiệu chỉnh với giá trị mực

nước thực đo tại 2 trạm thủy văn quốc giá trên sông Hậu (Trần Đề - Mỹ Thanh) và các trạm đo trong quá trình khảo sát mặn năm 2016

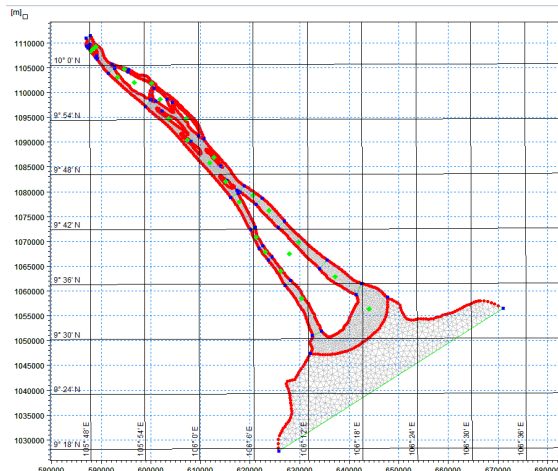
Số liệu mặn: Số liệu mặn trung bình tại trạm Trần Đề và số liệu đo mặn phân tầng tại một số vị trí dọc theo hai nhánh sông Hậu (Định An và Trần Đề) từ biển lên đến qua địa phận Cù Lao Dung.

2.5. Xây dựng sơ đồ tính

Sơ đồ tính được xây dựng từ Cần Thơ ra đến



biển Đông để đảm bảo tính chính xác và ổn định của mô hình tại biên mực nước phía biển sẽ lấy ra ngoài biển tính từ bờ ra khoảng 20km. Trong phạm vi mô hình cho đoạn sông Hậu nghiên cứu điển hình sử dụng hai dạng ô lưới: Ô lưới tứ giác (hình chữ nhật) cho vùng lòng sông chính là 3.356 và kích thước trung bình một ô là 200 x 80m và Ô lưới tam giác cho ngoài biển và một số vị trí có cồn nổi là 8.277 và diện tích trung bình một ô là 5.000m² - 30.000m².



Hình 4: Phạm vi và chia lưới tính toán cho vùng nghiên cứu

2.6. Thiết lập và hiệu chỉnh các thông số mô hình

2.6.1 Thiết lập các thông số mô hình

Các thông số mô hình được thiết lập dựa trên kinh nghiệm và các hướng dẫn trong xây dựng

mô hình và phân cơ sở lý thuyết của mô hình cũng như các vấn đề liên quan đến thủy động lực và truyền chất trong sông... Các thông số mô hình được thử dần và lựa chọn được bộ thông số như bảng tính phía dưới.

Bảng 1: Tổng hợp thông số thiết lập mô hình 3 chiều

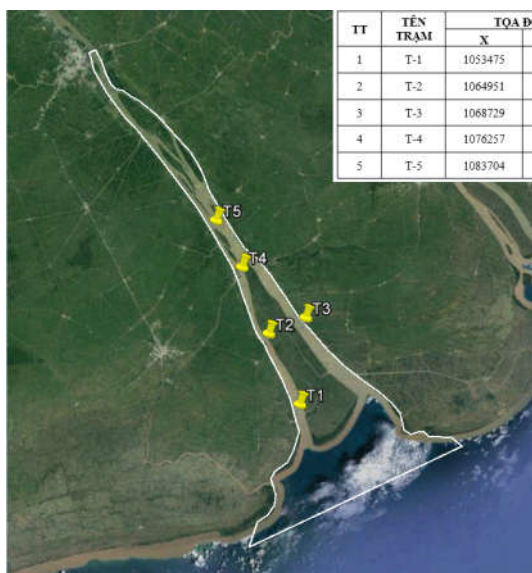
Tên thông số	Trị số hoặc giá trị lựa chọn
Mô hình thủy động lực	
Kỹ thuật giải (Solution Technique)	Bậc cao, tính chậm (Higher order)
Bước thời gian tính toán	10s
Thời đoạn tính	2 tháng
Rối ngang (Turbulence Horizontal)	Hệ số nhớt rối theo công thức Smagorinsky (Eddy Coef.) = 0,28
Biên mở tại Cần Thơ	Lưu lượng giờ thực đo
Biên mở ngoài biển	Trích từ mô hình dự báo triều Toolbox trong MIKE21
Độ phân giải theo phương thẳng đứng	7 lớp Sigma, có tính hiệu ứng baroclinic do ảnh

Tên thông số	Trị số hoặc giá trị lựa chọn
	hường của độ muối
Các thông số vận chuyển và khuếch tán	
Kỹ thuật giải (Solution Technique)	Bậc cao, tính chậm (Higher order)
Khuếch tán dọc (Dispersion Horizontal)	Tính theo nhớt rối (Scaled Horizontal Eddy), hệ số tỷ lệ (scaling factor) = 0,3
Khuếch tán đứng (Dispersion Vertical)	Tính theo nhớt rối (Scaled Vertical Eddy), hệ số tỷ lệ (scaling factor) = 0,02
Độ mặn ban đầu	Phân bố đều trên miền tính biến thiên từ 0 psu đến 32 psu tăng dần từ Cần Thơ, Mỹ Thanh ra biển.
Biên mở tại Cần Thơ	Nước ngọt
Biên mở ngoài biển	Độ muối là 32 PSU

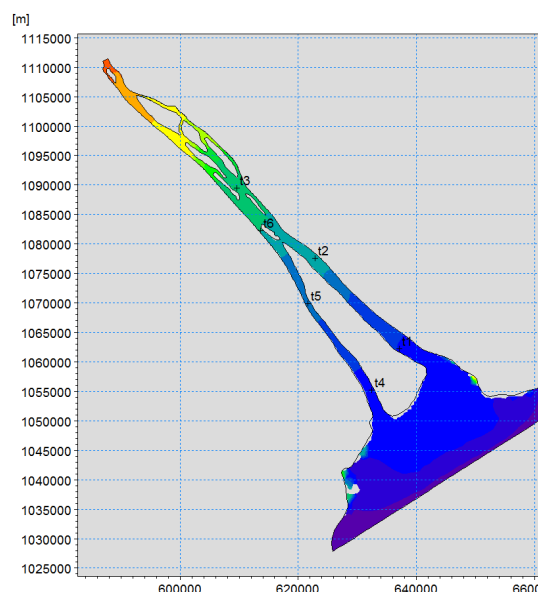
2.6.2 Kết quả hiệu chỉnh mô hình

Trên phạm vi nghiên cứu có 2 trạm đo mực nước là trạm thủy văn Đại Ngãi và trạm thủy văn Trần Đề. Đồng thời trong quá trình khảo sát mặn phân tầng năm 2016 có kết hợp đo mực nước tại một số điểm dọc sông và số liệu này sẽ dùng để hiệu chỉnh mô hình.

Hiệu chỉnh mặn sẽ dùng số liệu mặn trung bình theo giờ tại trạm Đại Ngãi và để phù hợp với giá trị trung bình giá trị mặn trích từ mô hình sẽ trích từ lớp số 4 (lớp chiều sâu trung bình). Trong đợt đo mặn năm 2016 đã đo mặn phân tầng dọc theo sông và trong nghiên cứu đã lựa chọn một số trạm để phân tích hiệu chỉnh mô hình.



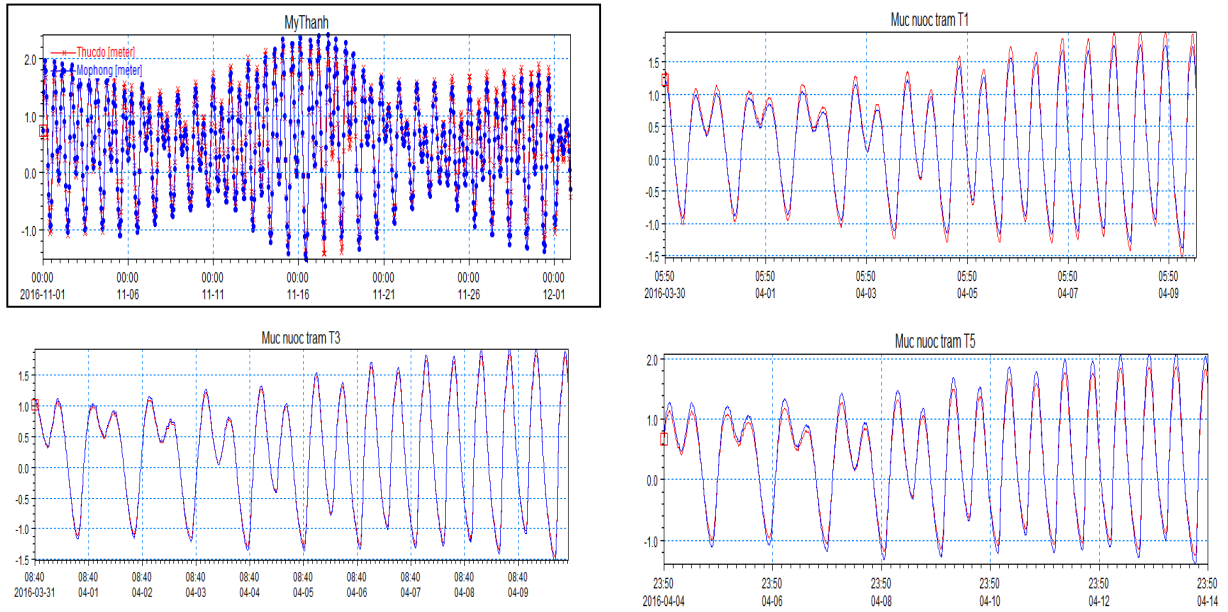
Vị trí hiệu chỉnh mực nước



Vị trí hiệu chỉnh mặn

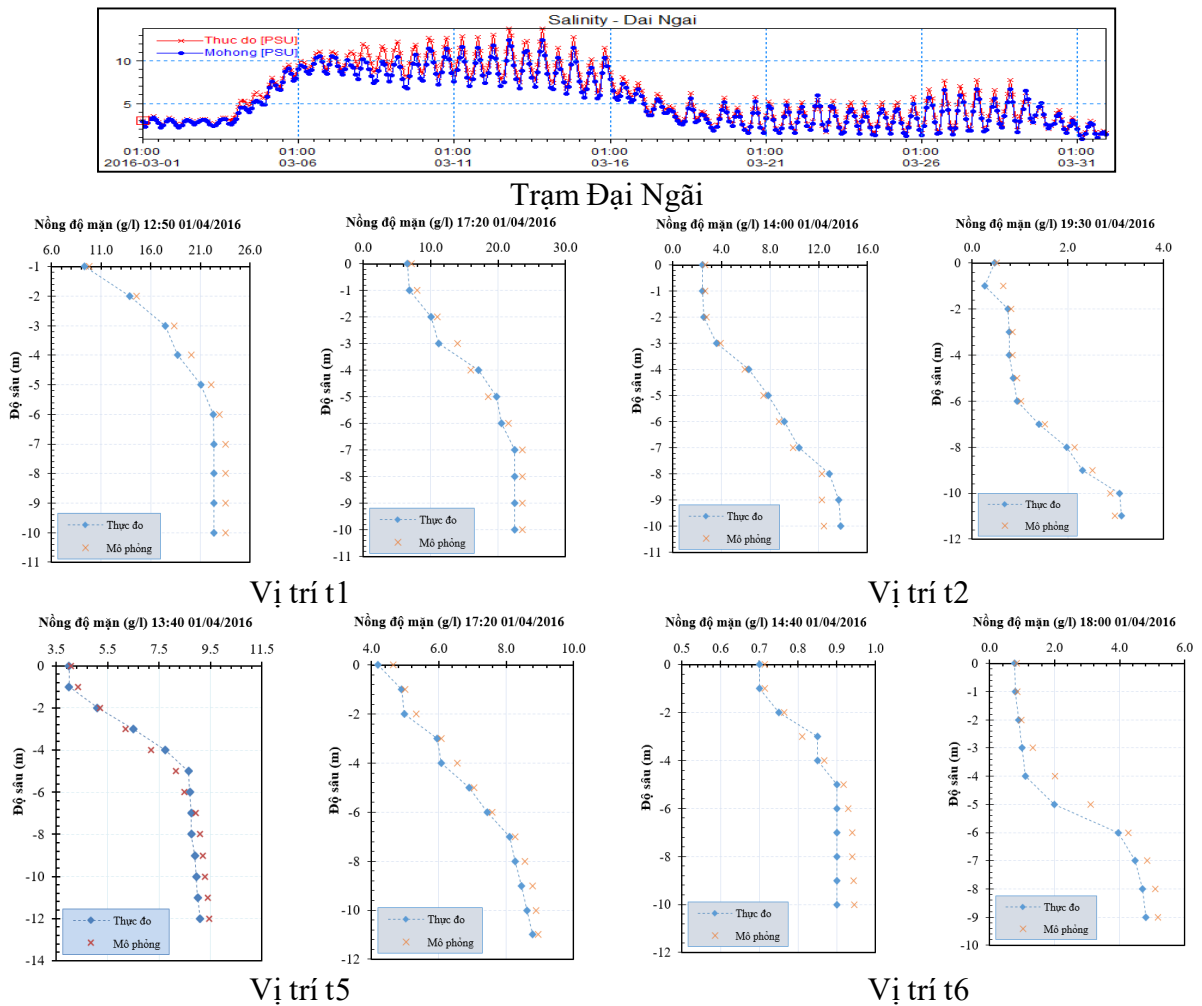
Hình 5: Một số vị trí thực đo dùng để hiệu chỉnh mô hình

Một số kết quả hiệu chỉnh thủy lực



Hình 6: Kết quả hiệu chỉnh thủy lực

Một số kết quả hiệu chỉnh mặn



Hình 7: Kết quả hiệu chỉnh nồng độ mặn

Đánh giá sự phù hợp giữa tính toán mô phỏng và thực đo trong nghiên cứu tính toán dùng phương pháp thử sai và dùng hệ số Nash-Sutcliffe (NSE) để đánh giá. Đây là hệ số thường dùng để đánh giá sự phù hợp giữa số liệu mô phỏng và thực đo trong mô hình toán. Mức độ phù hợp như sau: Rất tốt $0,75 < NSE \leq 1,0$; Tốt $0,65 < NSE \leq 0,75$; Chấp nhận được $0,5 < NSE \leq 0,65$ và không chấp nhận được $NSE \leq 0,5$

Kết quả hiệu chỉnh mô hình cho yếu tố mực nước, nồng độ mặn tại các trạm thủy văn quốc gia và các trạm đo tăng cường năm 2016 trong khu vực nghiên cứu khá tốt với hệ số tương quan $NSE = 0,83 \div 0,97$.

Từ các kết quả hiệu chỉnh cho thấy các thông số mô hình phù hợp và mô hình tính đủ độ tin cậy để dùng trong nghiên cứu tính toán.

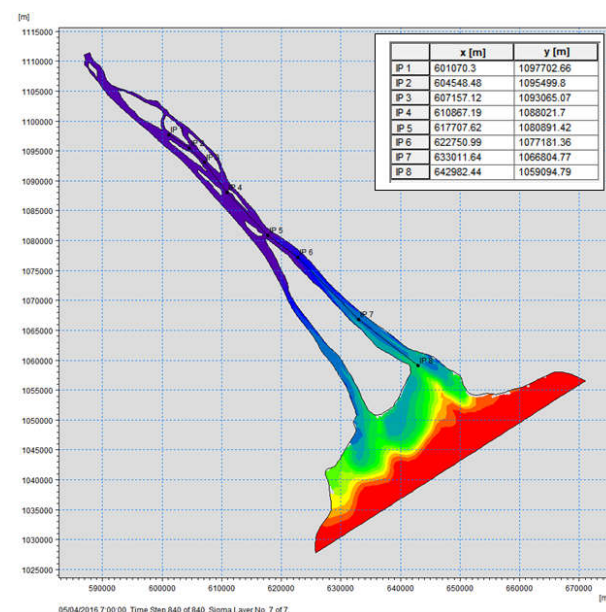
3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ THẢO LUẬN

Phân tầng mặn nói chung và nêm mặn nói riêng thay đổi theo từng khoảng thời gian trong năm, theo mùa, theo lưu lượng dòng chảy thường lưu, chu kỳ triều, thời kỳ triều và thời điểm trong

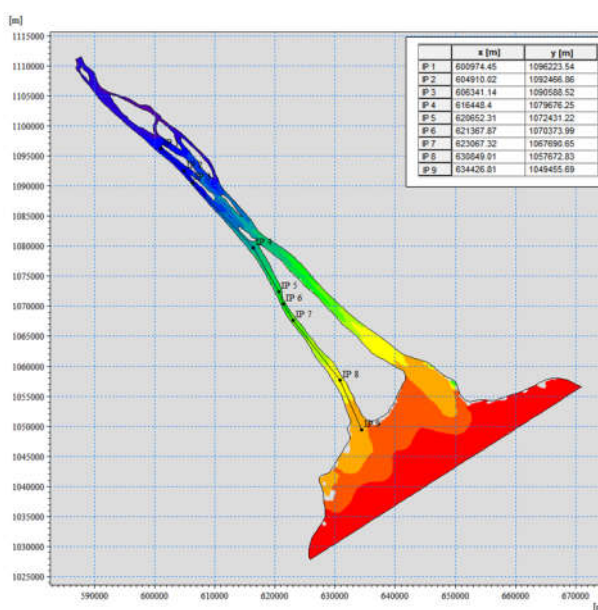
một con triều. Trong giới hạn của bài báo này chỉ giới thiệu kết quả mô phỏng cấu tạo hình dạng của nêm mặn trong một con triều trong ngày cho hai thời đoạn đặc trưng trong năm là mùa kiệt (tháng III) và mùa lũ (tháng X).

3.1. Tuyến trích dẫn kết quả

Trong nghiên cứu này kết quả mô phỏng nêm mặn, đặc điểm của nêm mặn, sự biến đổi hình dạng, tốc độ dịch chuyển của nêm mặn trong các thời kỳ triều và các thời điểm triều đặc trưng trong mỗi con triều lấy đường đẳng trị mặn có nồng độ mặn $4,0g/l$ làm chuẩn cho hai tuyến cắt dọc nhánh sông Định An và Trần Đề sẽ trích xuất kết quả theo dọc sông từ cửa biển lên thượng nguồn khoảng $55km$ vượt qua Cù Lao Dung khoảng $25km$. Trên sơ đồ tính sẽ trích xuất kết quả theo các điểm có tọa độ theo mặt bằng: nhánh Định An từ P1 đến P8 (P4 tại đầu Cù Lao Dung); nhánh Trần Đề từ P1 đến P9 (P5 tại đầu Cù Lao Dung). Các kết quả dọc theo hai nhánh sông Định An và Trần Đề sẽ được trích xuất tại cùng một thời điểm để trên cơ sở đó so sánh các giá trị liên quan đến xâm nhập mặn, phân tầng trên hai nhánh sông.



Nhánh Định An



Nhánh Trần Đề

Hình 8: Sơ đồ tuyến trích kết quả dọc nhánh Định An

3.2. Lựa chọn thời gian và thời điểm phân tích kết quả

Xâm nhập mặn tại ĐBSCL chủ yếu tập trung vào mùa kiệt và tác động rất lớn đến sản xuất còn về mùa lũ do tác động của dòng chảy thượng lưu về lớn nên hầu như mặn không xâm nhập vào trong sông. Trong nội dung của bài báo này chỉ đưa ra các kết quả mô phỏng nêm mặn vào mùa kiệt.

Đặc tính thủy triều vùng nghiên cứu là bán nhật triều không đều, xâm nhập mặn, nêm mặn sẽ

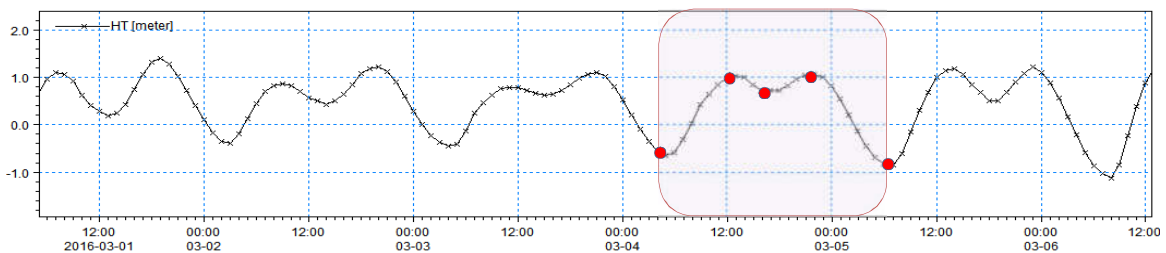
phụ thuộc vào sự lên xuống của thủy triều do đó sẽ phân tích chi tiết các kết quả tính cho các thời kỳ triều kém, thời kỳ triều lớn, con triều cao và con triều nhỏ. Chọn các thời điểm đặc trưng của thủy triều để phân tích, thời đoạn trích xuất kết quả sẽ được chọn là các thời đoạn, thời điểm thủy triều đặc trưng cho vùng. Thời kỳ triều kém từ ngày 2-5/3, thời kỳ trung bình từ ngày 7-9/3 và thời kỳ triều cao từ 11-13/3. Các thời điểm trích xuất sẽ lựa chọn vào thời điểm đặc trưng của một con triều trong 24h gồm có: chân triều thấp, đỉnh triều, chân triều cao.

Bảng 2: Các thời điểm trích kết quả trong mùa kiệt

STT	Thời điểm trích xuất kết quả			Đặc điểm triều
	Triều thấp	Triều trung bình	Triều cao	
1	5h 4/3/2016	9h 7/3/2016	12h 10/3/2016	Chân triều thấp
2	13h 4/3/2016	15h 7/3/2016	17h 10/3/2016	Đỉnh triều
3	17h 4/3/2016	20h 7/3/2016	0h 10/3/2016	Chân triều cao
4	22h 4/3/2016	02h 8/3/2016	4h 11/3/2016	Đỉnh triều
5	06h 5/3/2016	10h 5/3/2016	12h 11/3/2016	Chân triều thấp

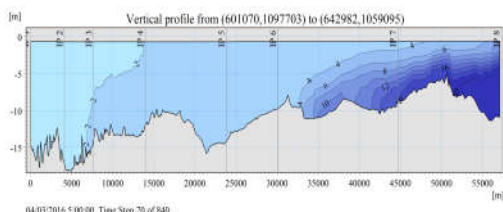
3.3. Kết quả mô phỏng nêm mặn

a. Thời kỳ triều thấp từ ngày 2-5/3 (kết quả phân tích cho một con triều từ 5h ngày 4/3 đến 6h ngày 5/3), đỉnh triều lúc này khoảng +1,0m.

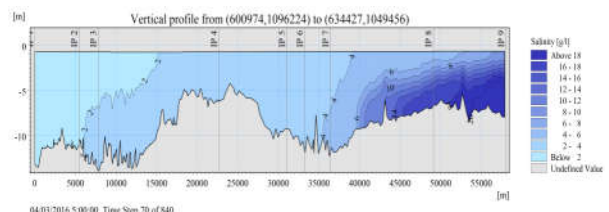


Nhánh Định An

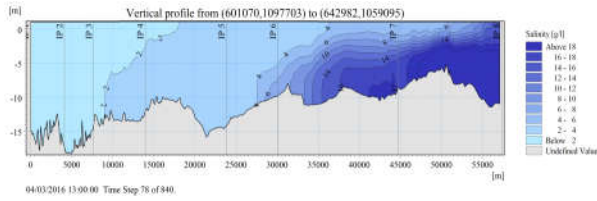
Nhánh Trần Đề



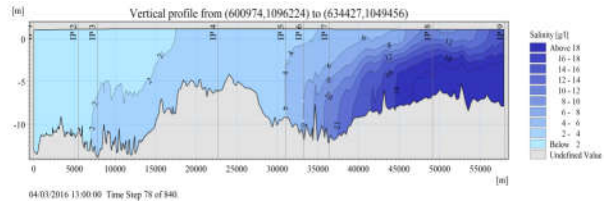
Chân triều thấp



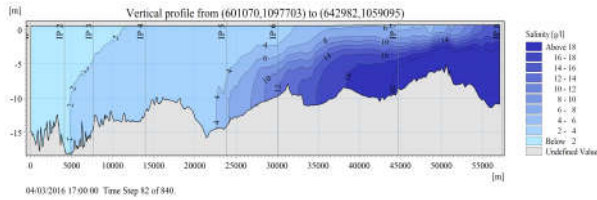
Chân triều thấp



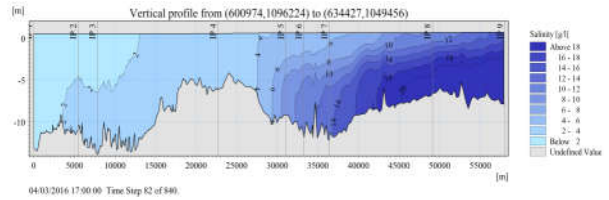
Đỉnh triều



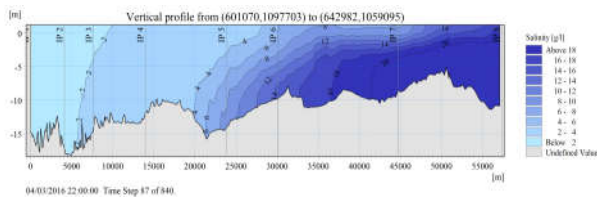
Đỉnh triều



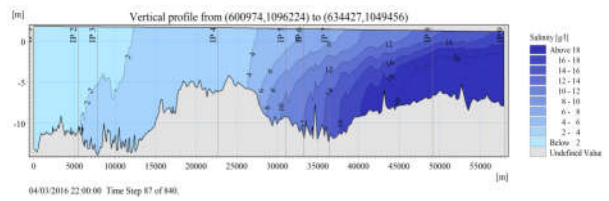
Chân triều cao



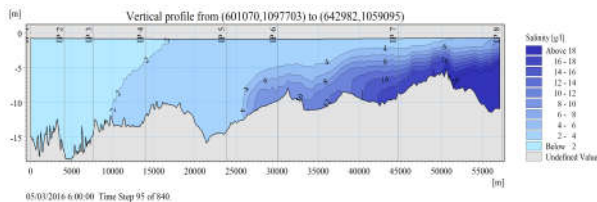
Chân triều cao



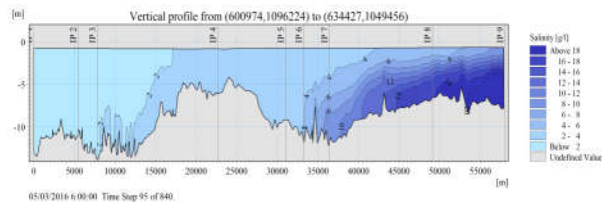
Đỉnh triều



Đỉnh triều



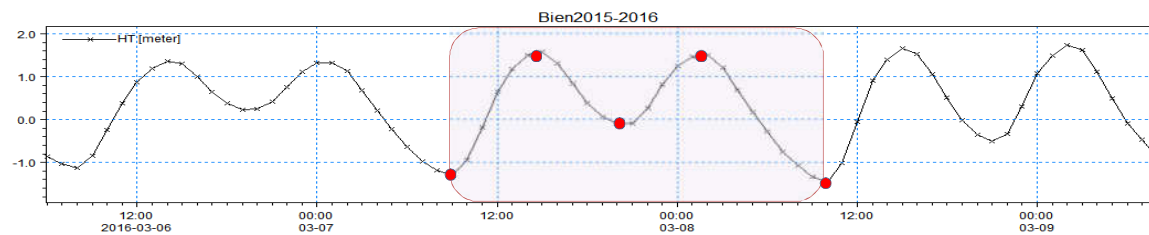
Chân triều thấp



Chân triều thấp

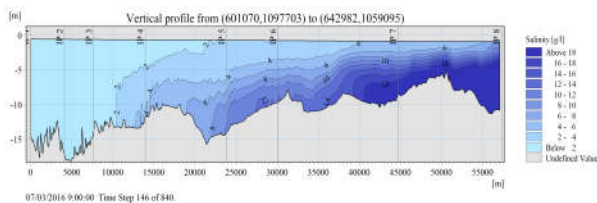
Hình 9: Nêm mặn trên nhánh Định An và nhánh Trần Đề (thời kỳ triều thấp)

b. Thời kỳ triều trung bình từ ngày 7-8/3 (kết quả phân tích cho một con triều từ 9h ngày 7/3 đến 10h ngày 8/3), đỉnh triều lúc này khoảng +1,5m

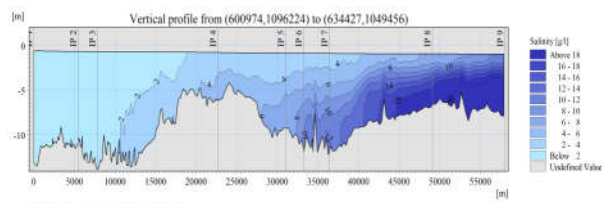


Nhánh Định An

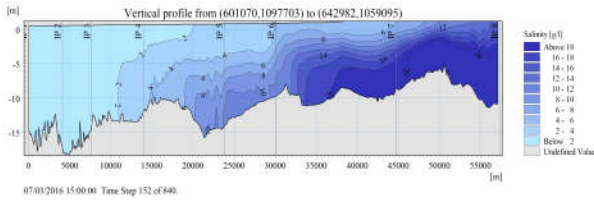
Nhánh Trần Đề



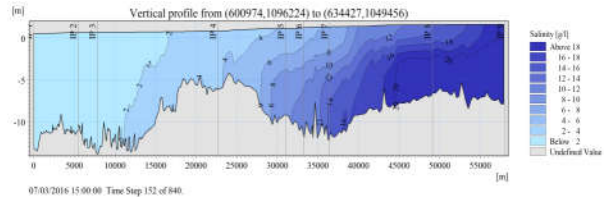
Chân triều thấp



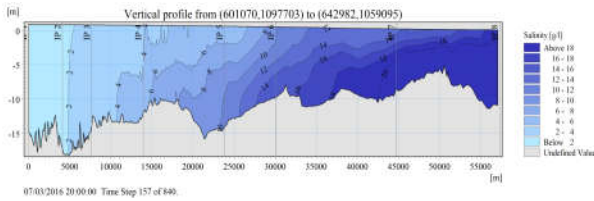
Chân triều thấp



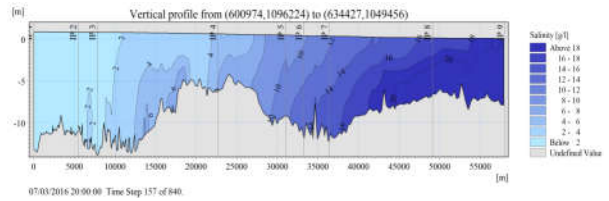
Đỉnh triều



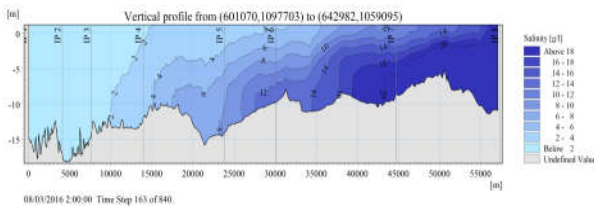
Đỉnh triều



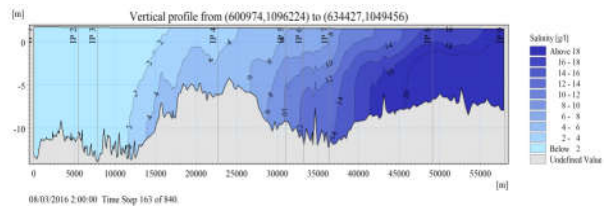
Chân triều cao



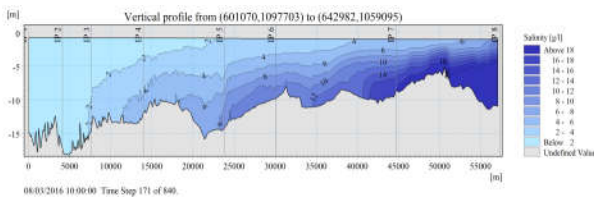
Chân triều cao



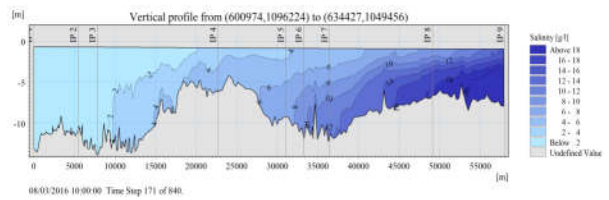
Đỉnh triều



Đỉnh triều



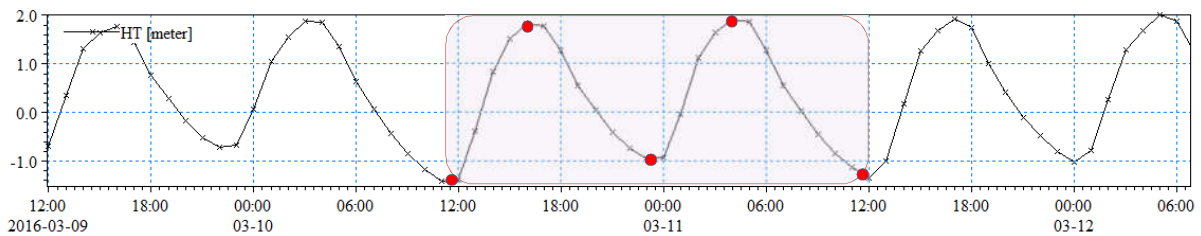
Chân triều thấp



Chân triều thấp

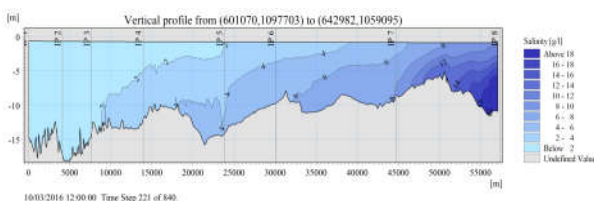
Hình 10: Nêm mặn trên nhánh Định An và nhánh Trần Đề (thời kỳ triều trung bình)

c. Thời kỳ triều cao từ ngày 10-13/3 (kết quả phân tích cho một cơn triều từ 12h ngày 10/3 đến 12h ngày 11/3), đỉnh triều lúc này khoảng +1,9m.

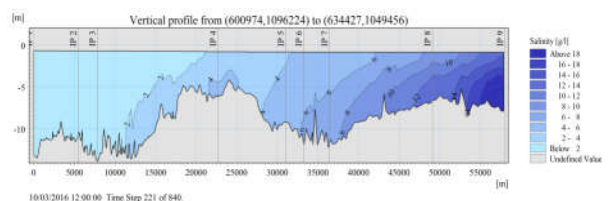


Nhánh Định An

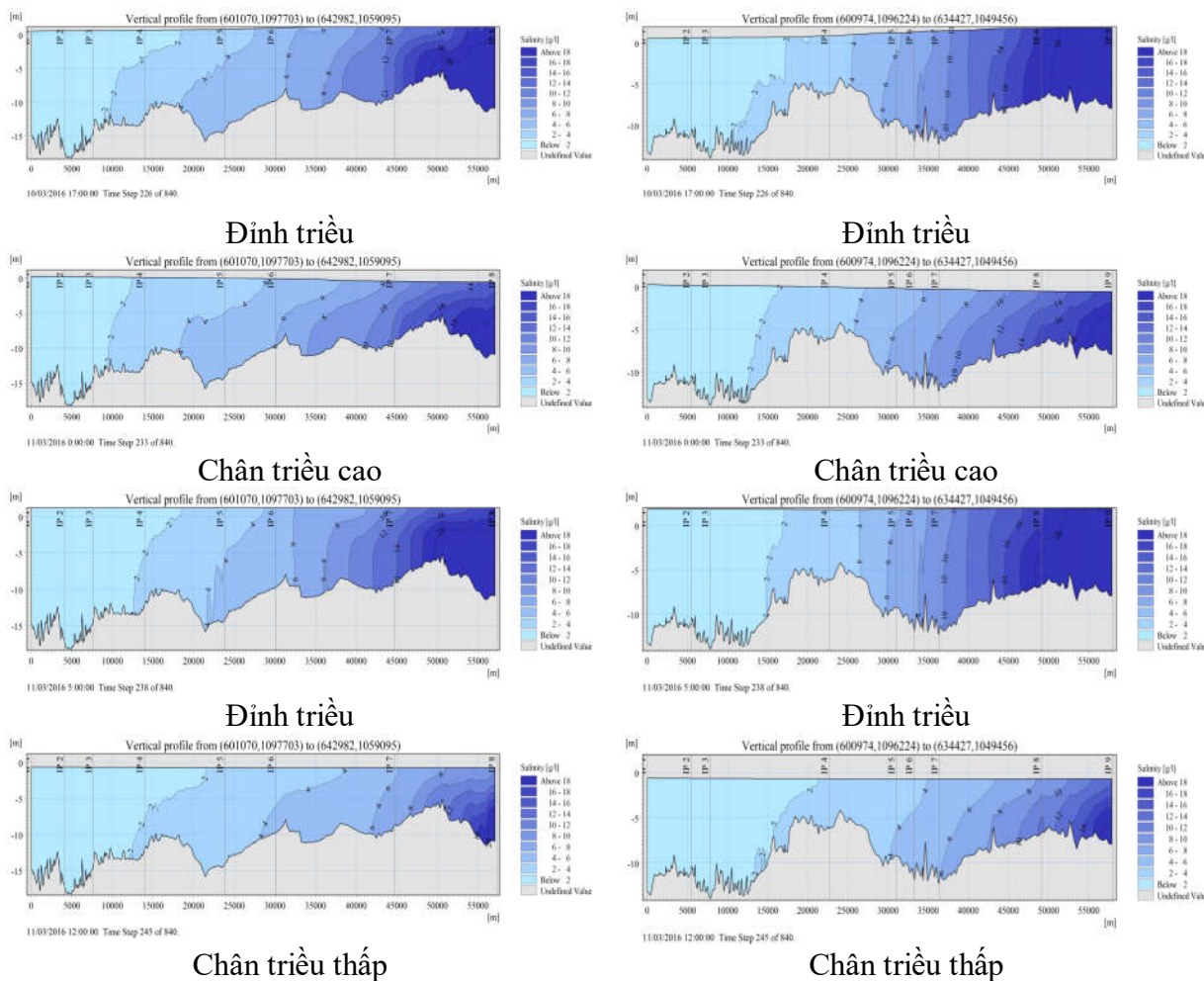
Nhánh Trần Đề



Chân triều thấp



Chân triều thấp



Hình 11: Nêm mặn trên nhánh Định An và nhánh Trần Đề (thời kỳ triều trung bình)

3.4. Thảo luận về kết quả nghiên cứu

Qua kết quả mô phỏng tính toán cho các thời điểm của ba con triều trong các thời kỳ triều kém, trung bình và cao trong mùa kiệt có thể rút ra một số kết

quả về hình dáng, chiều dày và biến hình của nêm mặn cũng như nhận xét chung về phân tầng mặn và nêm mặn về mùa kiệt trên 2 nhánh Định An và Trần Đề của sông Hậu như sau:

Bảng 3: Một số tóm tắt kết quả về phân tầng mặn theo chiều dọc sông

Tên sông	Thời điểm trích kết quả	Hình dáng nêm mặn	Chiều dài nêm mặn (km)		Khoảng cách với đầu CLD (km)	
			Trên mặt	Dưới đáy	Trên mặt	Dưới đáy
I Thời kỳ thủy triều thấp						
Định An	5h 4/3/2016 - chân triều	Thoải	9,0	24,0	24,0	9,0
Trần Đề		Đốc	18,5	22,0	16,4	12,9
Định An	13h 4/3/2016 - đỉnh triều	Thoải	20,5	29,5	12,5	3,5
Trần Đề		Đốc	22,5	26,5	12,4	8,4
Định An	17h 4/3/2016 - chân triều	Thoải	24,5	34,5	8,5	-1,5
Trần Đề		Đốc	28,5	30,0	6,4	4,9
Định An	22h 4/3/2016 - đỉnh triều	Thoải	28,5	37,0	4,5	-4,0
Trần Đề		Đốc	30,5	31,5	4,4	3,4
Định An	06h 5/3/2016 - chân triều	Thoải	7,0	31,0	26,0	2,0
Trần Đề		Đốc	15,5	24,0	19,4	10,9
II Thời kỳ thủy triều trung bình						
Định An	9h 7/3/2016 - chân triều	Thoải	17,0	44,0	16,0	-11,0

Tên sông	Thời điểm trích kết quả	Hình dáng nêm mặn	Chiều dài nêm mặn (km)		Khoảng cách với đầu CLD (km)	
			Trên mặt	DƯỚI đáy	Trên mặt	DƯỚI đáy
Trần Đề		Thoải	17,5	37,0	17,4	-2,1
Định An	15h 7/3/2016 - đỉnh triều	Thoải	27,0	42,0	6,0	-9,0
Trần Đề		Đốc	27,5	34,0	7,4	0,9
Định An	20h 7/3/2016 - chân triều	Thoải	38,5	46,5	-5,5	-13,5
Trần Đề		Đốc	35,0	35,5	-0,1	-0,6
Định An	02h 8/3/2016 - đỉnh triều	Thoải	27,0	42,0	6,0	-9,0
Trần Đề		Đốc	32,5	43,5	2,4	-8,6
Định An	10h 5/3/2016 - chân triều	Thoải	17,0	45,5	16,0	-12,5
Trần Đề		Thoải	25,5	39,5	9,4	-4,6
III	Thời kỳ thủy triều cao					
Định An	12h 10/3/2016 - chân triều	Thoải	19,0	39,5	14,0	-6,5
Trần Đề		Đốc	25,0	29,5	9,9	5,4
Định An	17h 10/3/2016 - đỉnh triều	Hơi thoải	29,5	38,5	3,5	-5,5
Trần Đề		Đốc	32,0	32,0	2,9	2,9
Định An	0h 10/3/2016 - chân triều	Hơi thoải	28,0	38,5	5,0	-5,5
Trần Đề		Đốc	30,5	32,0	4,4	2,9
Định An	5h 11/3/2016 - đỉnh triều	Hơi thoải	33,0	39,0	0,0	-6,0
Trần Đề		Quá đốc	31,5	31,5	3,4	3,4
Định An	12h 11/3/2016 - chân triều	Hơi thoải	19,0	29,5	14,0	3,5
Trần Đề		Đốc	22,5	27,5	12,4	7,4

Nhận xét chung:

Về hình dáng nêm mặn luôn có xu thế mỏng trong thời điểm chân triều và triều rút sau đó tăng dần trong thời điểm triều lên và đỉnh triều. Sự biến hình nêm mặn chủ yếu diễn ra trong hai thời kỳ triều lên và triều xuống của nhánh chân triều thấp còn trong thời kỳ giữa hai đỉnh triều và chân triều cao thì nêm mặn ít có sự biến đổi.

Tốc độ phát triển của nêm mặn không đều nhau giữa lớp mặt và lớp đáy, lớp trên mặt có tốc độ nhanh hơn lớp dưới sâu là nguyên nhân thay đổi hình dáng nêm mặn. Tốc độ dịch chuyển ra phía biển của nêm mặn khi triều xuống nhanh hơn tốc độ khi triều lên.

Biến động hình dáng nêm mặn trên hai nhánh sông có cùng xu thế, kết quả mô phỏng nêm mặn giữa hai nhánh sông Định An và Trần Đề cho thấy nhánh Định An có xu thế mỏng và thoải hơn so với nhánh Trần Đề trong mọi thời điểm tính toán trong các kỳ triều. Tại nhánh Định An, hình dáng nêm mặn thay đổi theo thời gian nhanh hơn nhánh Trần Đề và chiều dài nêm mặn nhánh Định An cũng xâm nhập sâu hơn so với nhánh Trần Đề tới đa khoảng 10km.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này tác giả đã áp dụng và xây

dựng thành công một mô hình giải số theo không gian 3 chiều cho vùng của sông Hậu gồm hai nhánh Định An và Trần Đề với phạm vi từ Cần Thơ ra tới biển. Việc áp dụng mô hình 3D để mô phỏng xâm nhập mặn, mô phỏng được cấu tạo của nêm mặn tại vùng cửa sông rất có ý nghĩa về mặt khoa học và thực tiễn.

Kết quả mô phỏng từ mô hình 3D đã xác định được cấu trúc, sự hình thành và phát triển, tốc độ phát triển của nêm mặn theo thời điểm đặc trưng của thủy triều (trong con triều, trong thời đoạn của chu kỳ triều...), một số kết quả chính từ nghiên cứu về nêm mặn trên hai nhánh sông Hậu như sau:

- Biến động hình dáng nêm mặn trên hai nhánh sông Định An và Trần Đề có cùng xu thế, thời điểm chân triều nêm mặn có xu thế mỏng (đường đẳng trị mặn thoải), tiếp theo nêm mặn có xu thế dày lên (đường đẳng trị mặn đốc) khi triều đạt đỉnh và hầu như hình dạng ít thay đổi trong quá trình giữa hai đỉnh triều (nêm mặn có xu thế tịnh tiến đều vào trong sông nhưng gia tăng không nhiều, khi triều xuống nêm mặn mỏng dần cho đến thời điểm chân triều để bắt đầu một chu kỳ mới.

- Chiều dài nêm mặn trên 2 nhánh sông Hậu có sự khác nhau rõ rệt. Chiều dài nêm mặn lớp dưới đáy của nhánh Định An xâm nhập sâu hơn

nhánh Trần Đề trong các thời điểm khác nhau của con triều nhưng phía trên mặt lại có xu hướng ngược lại với phía đáy sâu.

- Nêm mặn biến động dịch chuyển lên xuống tại khu vực mũi Cù Lao Dung (MCLD) cách biển khoảng 33km và tùy từng giai đoạn thủy triều, thời điểm thủy triều trong ngày mà nêm mặn vượt qua hay chưa vượt qua MCLD. Trên nhánh Định An chiều dài lớn nhất của nêm mặn (4g/l) phía đáy khoảng 47,0km nhưng trên mặt là 42,0km lần lượt vượt qua MCLD là 14km và 9,0km. Trên nhánh Trần Đề lớp đáy khoảng 45,0km, trên mặt 35,5km, lần lượt vượt qua MCLD là 10 và 0,6km. Kết quả tính toán ban đầu này cho thấy có thể lấy được nước với nồng độ mặn $\leq 4\text{g/l}$ theo các độ sâu khác nhau trong khu vực giữa đáy và mặt của nêm mặn trong phạm vi khoảng 5km trên nhánh Định An và 9km trên nhánh Trần Đề.

Từ kết quả mô phỏng lan truyền mặn bằng mô hình 3D cho thấy có hiện tượng phân tầng mặn và tồn tại nêm mặn trên 02 nhánh sông Hậu vì vậy để có thể lấy nước được một cách hiệu quả hơn thì cần có các tính toán chi tiết với nhiều trường hợp, đồng thời cũng cần sử dụng các phương pháp đo đặc mặn tại hiện trường nên

tăng cường đo theo tầng sâu đặc biệt các khu vực lên xuống của nêm mặn thượng và hạ lưu MCLD khoảng 10km.

Từ nghiên cứu này tác giả cũng nhận thấy khi sử dụng mô hình toán số 3D thì các hệ số về khuếch tán nồng độ mặn mới phản ánh đúng bản chất vật lý của hiện tượng. Trong mô hình 1D thông thường hệ số khuếch tán D dao động trong khoảng từ 50-200m²/s thì trong mô hình 3D hệ số khuếch tán D chỉ dao động khoảng 0,2-0,4m²/s theo chiều dọc và 0,02-0,03m²/s theo chiều đứng và đây là các hệ số quyết định tới kết quả của tính toán lan truyền mặn 3 chiều.

Từ các kết quả nghiên cứu tính toán mô phỏng trong nghiên cứu này cho thấy có thể xem xét áp dụng các kết quả nghiên cứu vào thực tế trong sản xuất như nâng cấp, thiết kế các công trình công kiểm soát mặn và hút ngọt; loại hình bơm lấy nước theo không gian 3 chiều để có thể lấy được nguồn nước có độ mặn thích hợp theo yêu cầu. Trong công tác dự báo mặn nếu sử dụng mô hình toán 3 chiều sẽ có thể xác định chính xác hơn về vị trí lấy nước đặc biệt khả năng lấy nước ngọt khi triều xuống có thể gia tăng về phía hạ nguồn hơn khi tính toán bằng mô hình 1 chiều.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tài liệu khảo sát đo đạc thực địa tại hiện trường (2016), Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam và Đại học Utrecht (Hà Lan)
- [2] MIKE 21 & MIKE 3 FLOW MODEL FM; Hydrodynamic and Transport Module. Scientific Documentation 2014
- [3] PGS.TS Nguyễn Nghĩa Hùng, 2013-2015; 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; Đề tài cấp Quốc gia KC 08.21/11-15; Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [4] GS.TS Lê Mạnh Hùng, 2010-2013; 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 (ĐTĐL 2010G/29); Đề tài cấp Quốc gia; Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [5] PGS.TS Nguyễn Nghĩa Hùng 2017-2020; Nghiên cứu tác động bất lợi của biến đổi hình thái hình thái lòng dẫn và hạ thấp mực nước hệ thống sông Cửu Long, đề xuất giải pháp giảm thiểu; Đề tài cấp Quốc gia; Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [6] PGS.TS Nguyễn Tùng Phong (2016-2018); Nghiên cứu dự báo, cảnh báo xâm nhập mặn phục vụ điều hành cấp nước và quản lý vận hành hệ thống thủy lợi lấy nước vùng hạ lưu đồng bằng Sông Hồng”; Đề tài NCKH cấp Bộ; Viện Nước tưới tiêu và Môi trường.