

## CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG LỰC VÀ TRAO ĐỔI NƯỚC KHU VỰC ĐÀM NẠI, TỈNH NINH THUẬN

Phạm Hải An<sup>1\*</sup>, Nguyễn Văn Quân<sup>1</sup>, Phạm Văn Tiến<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Viện Tài nguyên và Môi trường biển-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

<sup>2</sup>Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

\*E-mail: [anph@imer.ac.vn](mailto:anph@imer.ac.vn)

Ngày nhận bài: 13-2-2015

**TÓM TẮT:** Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu về đặc điểm chế độ thủy động lực và trao đổi nước tại khu vực đầm Nại, tỉnh Ninh Thuận và tác động của sự thay đổi hệ thống kè trên cơ sở mô phỏng bằng mô hình số trị. Mô hình 3 chiều MIKE 3 được áp dụng, mô hình đã được thiết lập, kiểm chứng với số liệu mực nước thực đo. Tính toán được thiết lập với các kịch bản trong tháng 7 và trong tháng 10 (đại diện cho mùa khô và mùa mưa trong khu vực). Các kết quả mô phỏng cho thấy biên độ triều trong tháng 10 lớn hơn trong tháng 7. Tốc độ dòng chảy ở trung tâm đầm nhỏ, trung bình khoảng 2 cm/s, lớn nhất không vượt quá 4 cm/s. Chế độ trao đổi nước giữa đầm Nại và biển có sự khác nhau trong mùa mưa và mùa khô. Ảnh hưởng của sự thay đổi kích thước hệ thống kè đến chế độ thủy động lực và trao đổi nước của đầm Nại cũng được phân tích, đánh giá trong bài báo.

**Từ khóa:** Mô hình, thủy động lực, đầm Nại, Ninh Thuận.

### MỞ ĐẦU

Đầm Nại được bao bọc bởi xã Hộ Hải, Tân Hải, Trí Hải và thị trấn Khánh Hải (thuộc huyện Ninh Hải, tỉnh Ninh Thuận) là một trong những đầm nhỏ thuộc hệ thống đầm hồ ven biển miền Trung, Việt Nam với diện tích  $7,6 \times 10^6$  m<sup>2</sup> và chu vi trên 18 km; là một dạng đầm nông, địa hình đáy trong đầm khá bằng phẳng, vùng triều chiếm khoảng 2/3 diện tích đáy, độ sâu trung bình 2,8 m nằm cách bờ biển một đoạn 2,2 km. Đầm Nại trao đổi nước với biển thông qua một kênh nhỏ, hai đầu kênh rộng 150 m, ở giữa kênh rộng nhất lên đến 300 m (<http://www.ninhthuan.gov.vn/>). Đáng chú ý nhất là khả năng trao đổi nước giữa đầm Nại với biển chỉ thông qua một kênh nhỏ. Mọi thay đổi về chế độ thủy động lực tương tác đầm - biển cũng như khả năng tiếp nhận, khả năng tích lũy vật chất đều có thể tác động mạnh đến chất lượng môi trường nước và hệ sinh thái

trong đầm. Nhất là trong bối cảnh hiện tại, đầm Nại chịu sức ép về ô nhiễm môi trường sinh thái bởi các nguồn thải đến từ những hoạt động như nuôi trồng thủy sản, dân cư, nơi cư trú, tàu thuyền đang phát triển mạnh đổ vào đầm.

Để đóng góp cho việc duy trì và phục hồi chất lượng môi trường nước trong đầm, bài báo sẽ đưa ra các kết quả nghiên cứu về chế độ thủy động lực, khả năng trao đổi nước đối với khu vực đầm Nại trong hai mùa theo các kịch bản khác nhau.

### TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### Tài liệu

Bài báo sử dụng bộ số liệu khảo sát hai mùa thuộc đề tài: “Nghiên cứu giải pháp phục hồi hệ sinh thái đầm, hồ ven biển đã bị suy thoái ở ven biển miền Trung” mã số

KC.08.25/11-15, bao gồm: các số liệu về địa hình, khí tượng (gió, nhiệt độ bề mặt), số liệu thủy động lực (mực nước, dòng chảy, sóng, nhiệt độ, độ muối) trong hai mùa: mùa khô vào tháng 7/2013 và mùa mưa vào tháng 10/2013 kết hợp với: Số liệu địa hình vùng ven bờ với độ sâu, đường bờ được số hoá từ các bản đồ địa hình UTM tỷ lệ 1:50.000 do Cục Đo đạc Bản đồ xuất bản; vùng xa bờ bổ sung từ cơ sở dữ liệu địa hình ETOPO-1 thuộc Trung tâm Tư liệu Địa vật lý Quốc gia Mỹ (National Geophysical Data Center) và GEBCO-30 của Trung tâm tư liệu Hải dương học vương quốc Anh (British Oceanographic Data Centre - BODC) [1-3]. Các nguồn số liệu địa hình đã được quy về cùng một mốc cao độ quốc gia.

Số liệu gió áp dụng trong mô hình là số liệu gió trung bình tháng nhiều năm đối với các tháng 7 và tháng 10 của trạm khí tượng Cam Ranh, số liệu tương tác biên khí quyển được lấy bởi cơ sở số liệu COADS (Comprehensive Ocean Atmosphere Data Set) [3].

Số liệu biên mực nước sử dụng trong mô hình được tính toán từ bộ hằng số điều hòa toàn cầu cung cấp trong mô hình MIKE.

Số liệu WOA2013 (World Ocean Atlas 2009) về nhiệt độ, độ muối của nước biển theo các tầng sâu được sử dụng cho biên phía ngoài [7].

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial vu}{\partial y} + \frac{\partial wu}{\partial z} = fv - g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^{\eta} \frac{\partial p}{\partial x} dz + F_u + \frac{\partial}{\partial z} (V_z \frac{\partial u}{\partial z}) + u_s S \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v^2}{\partial y} + \frac{\partial uv}{\partial x} + \frac{\partial wv}{\partial z} = -fu - g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^{\eta} \frac{\partial p}{\partial y} dz + F_v + \frac{\partial}{\partial z} (V_z \frac{\partial v}{\partial z}) + v_s S \quad (3)$$

Các biến:  $t$  là thời gian;  $x, y, z$  là các hướng trong hệ tọa độ Đề các;  $\eta$  là mực nước bề mặt;  $d$  là độ sâu nước yên tĩnh;  $h = \eta + d$  là tổng độ sâu cột nước;  $u, v, w$  là các thành phần vận tốc theo các hướng  $x, y, z$ ;  $f = 2\Omega \sin \Phi$  là tham số Coriolis ( $\Omega$  là vận tốc góc quay của Trái đất,  $\Phi$  là vĩ độ địa lý);  $g$  là gia tốc trọng trường;  $\rho$  là mật độ nước;  $s_{xx}, s_{xy}, s_{yx}, s_{yy}$  là các thành phần tensor ứng suất;  $v_i$  là nhớt rối theo phương thẳng đứng;  $p_a$  là áp suất khí quyển;  $\rho_0$

### Phương pháp trong MIKE 3

Phương pháp mô hình hóa được sử dụng trong nghiên cứu này, mô hình được ứng dụng là mô hình MIKE 3. Mô hình thủy động lực MIKE 3 là mô hình 3 chiều được phát triển bởi Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI), phục vụ tính toán thủy động lực cho các khu vực có địa hình phức tạp như đại dương, vùng biển ven bờ, cửa sông và hồ, cho phép mô phỏng chi tiết hệ thống thủy động lực trong đó có tính đến ảnh hưởng của phân tầng mật độ, nhiệt độ, độ muối và tác động của các yếu tố khí tượng biển (khí áp và gió trên mặt) [5].

#### Hệ phương trình cơ bản

Hệ phương trình toán học trong MIKE 3 bao gồm phương trình bảo toàn vật chất, phương trình phương trình Navier - Stokes trung bình hóa theo phương pháp Reynol trong không gian 3 chiều bao gồm ảnh hưởng của xáo trộn và biến thiên của mật độ, cùng với phương trình vận chuyển độ muối và nhiệt độ.

#### Phương trình liên tục

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = S \quad (1)$$

Phương trình chuyển động của  $u$  và  $v$  theo phương  $x$  và  $y$ .

là mật độ tiêu chuẩn của nước;  $S$  là lưu lượng trao đổi từ các điểm nguồn và  $(u_s, v_s)$  là tốc độ trao đổi nước ra các vùng xung quanh;  $F_u, F_v$  là các thành phần ứng suất theo phương ngang;  $(\tau_{sx}, \tau_{sy})$  và  $(\tau_{bx}, \tau_{by})$  là các thành phần theo hướng  $x, y$  của ứng suất gió bề mặt và ứng suất đáy.

#### Phương trình vận chuyển muối và nhiệt

Công thức tính vận chuyển nhiệt:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial uT}{\partial x} + \frac{\partial vT}{\partial y} + \frac{\partial wT}{\partial z} = F_T + \frac{\partial}{\partial z} \left( D_v \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \widehat{H} + T_s S \quad (6)$$

Công thức tính vận chuyển muối:

$$\frac{\partial s}{\partial t} + \frac{\partial us}{\partial x} + \frac{\partial vs}{\partial y} + \frac{\partial ws}{\partial z} = F_s + \frac{\partial}{\partial z} \left( D_v \frac{\partial s}{\partial z} \right) + \widehat{H} + s_s S \quad (7)$$

Trong đó  $s$  là độ muối và  $T$  là nhiệt độ,  $D_v$  là hệ số khuếch tán rối thẳng đứng.  $\widehat{H}$  là hệ số trao đổi nhiệt với khí quyển.  $T_s$  và  $s_s$  là nhiệt độ và độ muối của nguồn.  $F_T$ ,  $F_s$  là tham số khuếch tán của nhiệt độ và độ muối theo phương ngang.

*Điều kiện biên và điều kiện ban đầu*

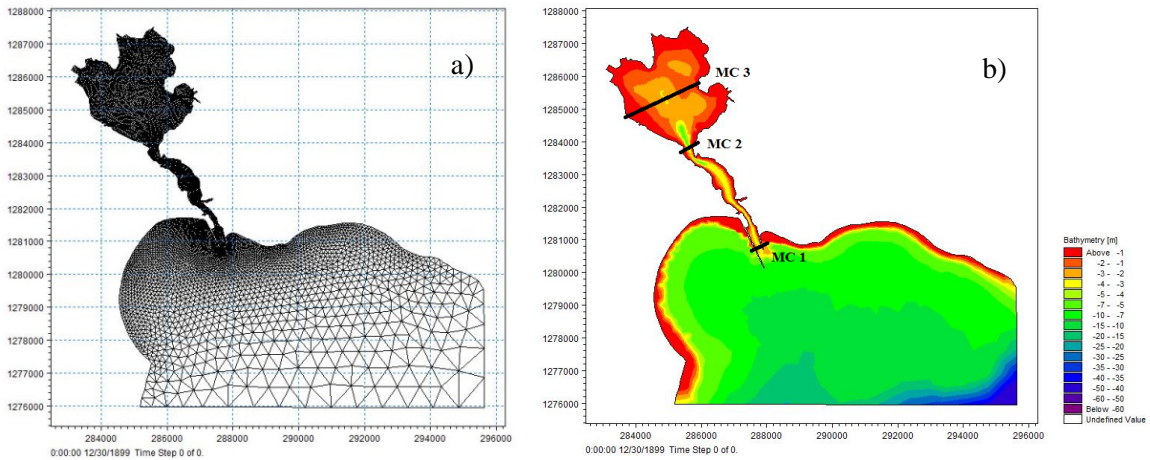
Điều kiện biên: tại các biên mở ngoài khơi

giá trị mực nước triều được cập nhật từng giờ (số liệu phân tích điều hoà),  $T$ ,  $s$  được cho theo giá trị trung bình nhiều năm từ số liệu thu thập được, gió bề mặt được gán theo giá trị đặc trưng mùa nhiều năm.

Điều kiện ban đầu: chạy từ file restart của thời điểm trước đó.

*Miền tính lưới tính*

Miền tính khu vực đầm Nại được thiết lập trong vùng giới hạn từ 109,0 - 109,14<sup>0</sup>E và 11,53 - 11,7<sup>0</sup>N (hình 1). Lưới tính hình tam giác được áp dụng trong mô hình với kích thước lưới nhỏ nhất khoảng 30 m, lớn nhất khoảng 770 m, độ sâu khu vực nghiên cứu chủ yếu nhỏ hơn 10 m, nơi sâu nhất trên 40 m.



**Hình 1.** Lưới tính (a) và địa hình (b) khu vực đầm Nại kích bản hiện trạng

*Kịch bản tính toán:* Mô hình được mô phỏng theo 4 kịch bản, với 2 kịch bản hiện trạng và 2 kịch bản tăng chiều dài của hệ thống kè lên gấp 2 lần (cho mùa khô và mùa mưa).

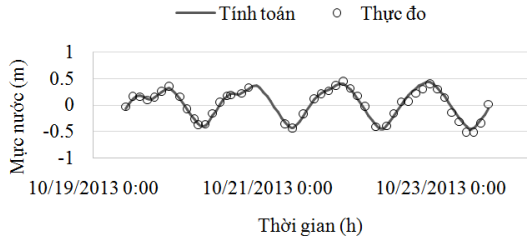
**Kết quả hiệu chỉnh mô hình**

Mô hình được hiệu chỉnh theo số liệu mực nước thực đo từ ngày 20 đến 24/10/2013 tại

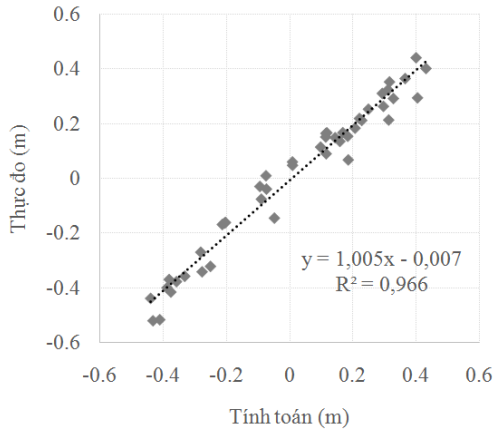
trạm LT1 (trạm liên tục phía cửa đầm), sai số trung bình giữa tính toán và thực đo là 0,7 cm, hệ số tương quan giữa số liệu tính toán và thực đo đạt 0,96 (hình 2, hình 3). Với kết quả hiệu chỉnh này, mô hình đủ tin cậy để áp dụng vào các mô phỏng quá trình thủy động lực trong khu vực theo các kịch bản trình bày trong bảng 1.

**Bảng 1.** Các kịch bản tính toán

Tên kịch bản	Thời gian mô phỏng	Mô tả điều kiện tính toán
DN1 mùa khô	2/7 - 2/8/2013	2 kè hiện trạng, gió mùa Tây Nam
DN2 mùa mưa	2/10 - 2/11/2013	2 kè hiện trạng, gió mùa Đông Bắc
DN3 mùa khô	2/7 - 2/8/2013	Kéo dài 2 kè dài gấp 2 lần hiện trạng, gió mùa Tây Nam
DN4 mùa mưa	2/10 - 2/11/2013	Kéo dài 2 kè dài gấp 2 lần hiện trạng, gió mùa Đông Bắc



**Hình 2.** Mức nước tính toán và thực đo trạm liên tục 1



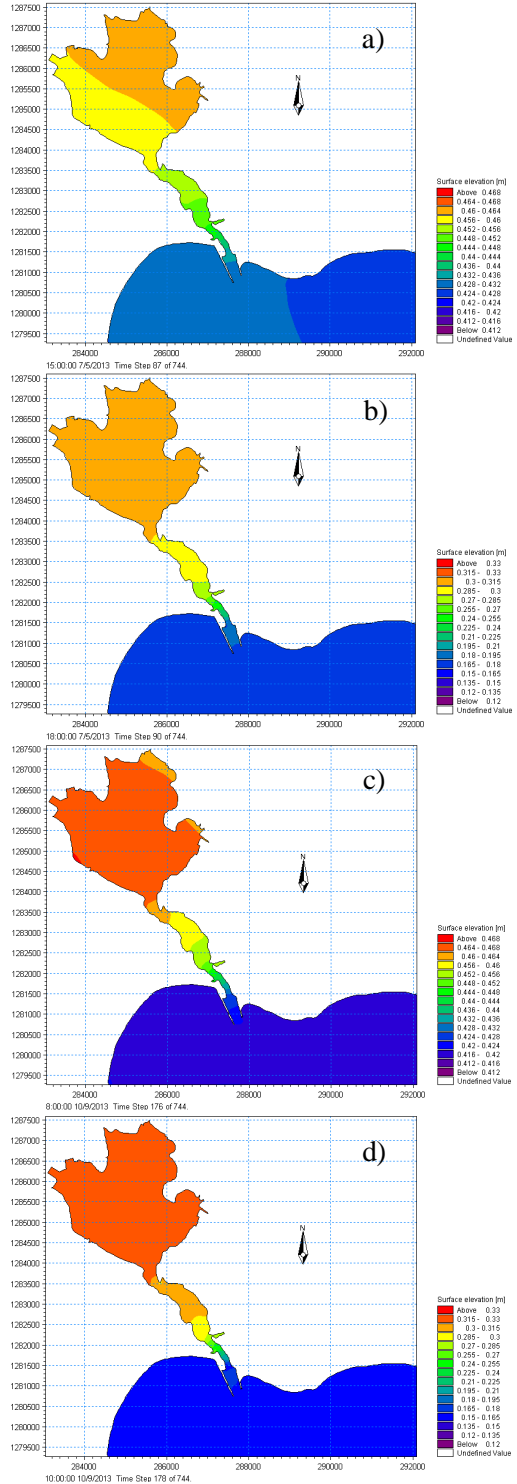
**Hình 3.** Tương quan giữa mức nước tính toán và thực đo tại trạm LT1

## KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ THẢO LUẬN

### Trường phân bố mực nước

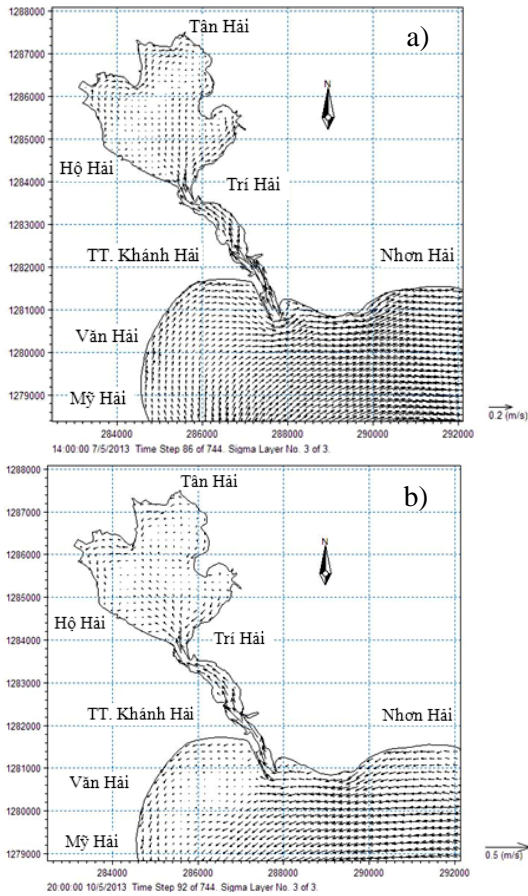
Trường mực nước pha triều lên và triều xuống trong các kịch bản tính toán được thể hiện qua hình 4. Kết quả mô phỏng cho thấy, mực nước trong hai mùa có sự phân hóa rất khác nhau, mực nước trong tháng 10 (*mùa mưa, kịch bản DN2*) lớn hơn trong tháng 7 (*mùa khô, kịch bản DN1*), nhưng sự chênh lệch này nhỏ. Ngoài ra còn có sự khác nhau về sự phân bố lớn mực nước theo không gian do ảnh hưởng của chế độ gió mùa, chia đầm Nại thành 2 phần theo trục tây bắc-đông nam, mực nước nửa phía trên lớn hơn phía dưới vào thời kỳ gió mùa Tây Nam (*kịch bản DN1*), mực nước phân bố ngược lại trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc (*kịch bản DN2*).

Trong kịch bản *DN3* và *DN4* khi thay đổi kích thước kè dài gấp đôi, phân bố trường mực nước không thay đổi nhiều, các kết quả tính toán và phân tích thu được kết quả tương tự như trong hai kịch bản *DN1* và *DN2*.



**Hình 4.** Trường mực nước tính toán trong các kịch bản  
a) Pha triều lên-DN1, b) Pha triều xuống-DN1, c) Pha triều lên-DN2, d) Pha triều xuống-DN2

**Trường phân bố dòng chảy**

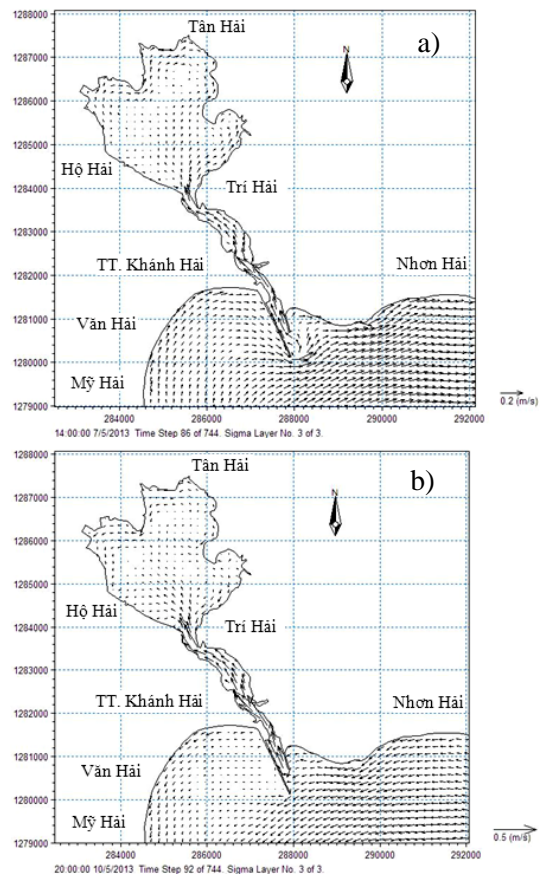


**Hình 5.** Trường dòng trong pha triều lên  
 a) Kịch bản DN1, (b) Kịch bản DN2

Dòng chảy trong khu vực có tính thuận nghịch, thay đổi theo mùa. Vào mùa gió mùa Đông Bắc, dòng chảy có hướng tây nam và thường mạnh hơn các tháng gió mùa Tây Nam, tốc độ trung bình vào khoảng 15 cm/s. Ngược lại vào thời kỳ gió mùa Tây Nam, dòng chảy có hướng đông bắc, tốc độ trung bình vào khoảng 10 cm/s. Bên cạnh đó, dòng chảy trong khu vực cũng chịu tác động chung của hoàn lưu Biển Đông, làm phức tạp hóa chế độ dòng chảy trong khu vực vùng này.

**Kịch bản DN1:** Dòng chảy mang đặc trưng của trường dòng chảy trong gió mùa Tây Nam, dòng chảy tầng mặt lớn hơn tầng sâu. Đối với khu vực ngoài biển, đặc điểm quan trọng nhất của trường dòng chảy hình thành xoáy thuận cục bộ và nhỏ ở khu vực giữa kè bên phải và bờ

biển Trí Hải, đây là khu vực hội tụ của dòng chảy, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình lắng đọng trầm tích gây nên bồi tụ bùn cát trong khu vực. Tốc độ dòng chảy trung bình tại cửa đầm (trạm LT1) vào khoảng 13 cm/s. Trong khu vực đầm Nại hình thành các xoáy cục bộ, trong đó có 2 xoáy nghịch ở khu vực ven bờ Hộ Hải, Tân Hải và có 2 xoáy thuận, 1 ở khu vực giao giữa Tân Hải và Trí Hải và 1 ở ven bờ Trí Hải. Khu vực trung tâm của đầm hình thành vùng phân kỳ dòng chảy về phía các xoáy cục bộ. Tốc độ dòng chảy trung bình ở khu vực trung tâm đầm (trạm LT3) rất nhỏ, trung bình khoảng 2 cm/s, cực đại không vượt quá 4 cm/s.



**Hình 6.** Trường dòng trong pha triều lên  
 a) Kịch bản DN3, b) Kịch bản DN4

**Kịch bản DN2:** Dòng chảy mang đặc trưng của trường dòng chảy trong gió mùa Đông Bắc, cũng như trong gió mùa Tây Nam dòng chảy tầng mặt lớn hơn tầng sâu. Đối với khu vực ngoài biển, khác với mùa gió mùa Tây Nam,

trường dòng chảy hình thành xoáy cục bộ ở khu vực ven biển thị trấn Khánh Hải, Văn Hải, Mỹ Hải và xoáy nghịch nhỏ ở khu vực mũi kè bên trái. Tốc độ dòng chảy trung bình tại cửa đầm (trạm LT1) vào khoảng 22 cm/s. Trong khu vực đầm Nại, các xoáy cục bộ đổi chiều so với mùa hè, hình thành 2 xoáy thuận ở khu vực ven bờ Hộ Hải, Tân Hải và 2 xoáy nghịch 1 ở khu vực giao giữa Tân Hải và Trí Hải và 1 ở ven bờ Trí Hải. Khu vực trung tâm của đầm vẫn là vùng phân kỳ dòng chảy về phía các xoáy cục bộ. Tốc độ dòng chảy ở khu vực trung tâm đầm rất nhỏ, trung bình nhỏ hơn 2 cm/s, cực đại không vượt quá 3,5 cm/s. Như vậy, có thể thấy rằng trường dòng chảy trong mùa gió Đông Bắc lớn hơn trong mùa gió Tây Nam, khu vực thể hiện rõ nét nhất sự chênh lệch này là khu vực trạm LT1.

*Kịch bản DN3:* Trường dòng chảy có phân bố không gian tương đồng với kịch bản DN1, nhưng có sự thay đổi đáng kể về tốc độ. Tốc độ dòng chảy trung bình tại điểm LT1 tăng lên đạt giá trị 23 cm/s, tại điểm LT3 không có sự thay đổi đáng kể.

*Kịch bản DN4:* Tương tự như kết quả tính toán trong kịch bản DN3, trường dòng chảy trong kịch bản DN4 có phân bố không gian tương đồng với kịch bản DN2, nhưng có sự thay đổi đáng kể về tốc độ. Tốc độ dòng chảy trung bình tại điểm LT1 giảm xuống còn 20 cm/s, tại điểm LT3 sự thay đổi rất nhỏ, không đáng kể.

#### Tính toán trao đổi nước giữa đầm Nại và biển

Kết quả tính toán trao đổi nước tại các mặt cắt được trình bày trong bảng 2 cho thấy, mặt cắt MC1 và MC2 có xu thế giống nhau, lưu lượng nước đi vào nhỏ hơn lưu lượng nước đi ra trong mùa mưa ngược lại trong mùa khô lưu lượng nước đi vào lớn hơn lưu lượng nước đi ra. Tại mặt cắt MC3 có xu hướng ngược so với 2 mặt cắt trên. Khi tăng kích thước 2 kè lên gấp đôi, lưu lượng nước đi vào đi ra tại các mặt cắt không bị ảnh hưởng về mặt tương quan giữa lưu lượng nước đi vào và đi ra nhưng bị ảnh hưởng về mặt độ lớn. Tại mặt cắt MC1, lưu lượng nước đi vào được tăng lên, lưu lượng nước đi ra giảm đi. Tại 2 mặt cắt MC2 và MC3 có xu hướng ngược lại

**Bảng 2.** Thống kê lưu lượng nước vào ra đầm Nại theo các mặt cắt

Kịch bản	Tên mặt cắt	Lưu lượng nước vào/ra tại các mặt cắt				MC (m <sup>2</sup> )	Ghi chú
		Trung bình tháng (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /tháng)		Trung bình ngày (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /ngày)			
		Vào	Ra	Vào	Ra		
DN1	MC1	346,0	356,9	11,6	12,0	660	
	MC2	283,1	288,7	9,5	9,7	769	Tháng 7
	MC3	201,1	169,0	6,7	5,7	4.284	
DN2	MC1	329,2	320,1	11,0	10,8	660	
	MC2	283,1	288,7	9,5	9,7	769	Tháng 10
	MC3	169,1	190,7	5,7	6,4	4.284	
DN3	MC1	348,1	355,7	11,6	12,0	660	
	MC2	278,5	287,3	9,3	9,7	769	Tháng 7
	MC3	198,8	169,5	6,6	5,7	4.284	
DN4	MC1	305,6	301,0	10,2	10,1	660	
	MC2	244,6	243,5	8,2	8,2	769	Tháng 10
	MC3	151,7	181,7	5,1	6,1	4.284	

Để đánh giá lượng nước trao đổi giữa đầm Nại và biển, chúng tôi tiến hành phân tích tính toán tỉ lệ trao đổi nước đối với mặt cắt MC1, kết quả tính toán trình bày trong bảng 3 cho thấy tổng lượng nước trao đổi trong các tháng mùa mưa lớn hơn trong mùa khô ở cả kịch bản hiện trạng và kịch bản thay đổi kích thước kè.

Xét riêng theo mùa, trao đổi nước tại mặt cắt MC1 có xu hướng trái ngược nhau, thời kỳ mùa mưa lượng nước đi vào đầm nhỏ hơn lượng nước đi ra, ngược lại trong mùa khô lượng nước đi vào đầm lớn hơn lượng nước đi ra. Tuy nhiên, khi thay đổi kích thước của kè, ảnh hưởng đáng kể đến sự trao đổi nước giữa đầm

Nại và biển. Trong mùa mưa làm gia tăng lượng nước vào và giảm lượng nước đi ra, trong mùa khô cho thấy một xu hướng giảm chung cho cả lượng nước đi vào và đi ra.

**Bảng 3.** Tỷ lệ trao đổi nước giữa đầm Nại và biển tại mặt cắt MC1

Tên kịch bản	Tỷ lệ trao đổi nước (%)				Ghi chú
	Trung bình tháng		Trung bình ngày		
	Vào	Ra	Vào	Ra	
DN1	17,09	17,60	1,54	1,56	Tháng 7
DN2	16,31	15,89	1,51	1,50	Tháng 10
DN3	17,19	17,54	1,54	1,56	Tháng 7
DN4	15,21	15,00	1,47	1,47	Tháng 10

## KẾT LUẬN

Việc ứng dụng phần mềm MIKE 3 trong mô phỏng chế độ thủy động lực và khả năng trao đổi nước khu vực đầm Nại thuộc tỉnh Ninh Thuận đã cho kết quả tốt, thể hiện rõ tính quy luật chung về phân bố của trường mực nước cũng như trường dòng chảy tại khu vực trong hai mùa khô và mùa mưa.

Do đầm Nại thông với biển qua kênh nhỏ, nên khi thay đổi kích thước kè kéo theo sự thay đổi đáng kể về tốc độ dòng chảy lên đến 23 cm/s tại khu vực cửa đầm. Và điều này cũng ảnh hưởng đáng kể đến lượng nước trao đổi qua cửa đầm; trong mùa hè có sự gia tăng lượng nước vào và giảm lượng nước đi ra; trong mùa đông tồn tại một xu hướng giảm chung cho cả lượng nước đi vào và đi ra.

**Lời cảm ơn:** Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn tới Bộ Khoa học và Công nghệ, Viện Tài nguyên và Môi trường biển (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam), Ban chủ nhiệm đề tài trọng điểm cấp Nhà nước KC.08.25.11/15 đã cho phép sử dụng nguồn số

liệu của đề tài và hỗ trợ kinh phí để hoàn thành công trình này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>
2. <http://www.gebco.net>
3. <http://coads.noaa.gov>
4. *Matsumoto, K., Takanezawa, T., and Ooe, M., 2000.* Ocean tide models developed by assimilating TOPEX/POSEIDON altimeter data into hydrodynamical model: a global model and a regional model around Japan. *Journal of Oceanography*, **56**(5): 567-581.
5. MIKE 21 & MIKE 3 FLOW MODEL FM, Hydrodynamic and Transport Module. Scientific Documentation, DHI 2007.
6. [http://www.miz.nao.ac.jp/staffs/nao99/index\\_En.html](http://www.miz.nao.ac.jp/staffs/nao99/index_En.html)
7. <http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA09/prwoa09.html>

## HYDRODYNAMIC REGIME AND WATER EXCHANGE IN NAI LAGOON, NINH THUAN PROVINCE

**Phạm Hải An<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Quân<sup>1</sup>, Phạm Văn Tiên<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Marine Environment and Resources-VAST*

<sup>2</sup>*Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change*

**ABSTRACT:** *This study presents the researching results of the characteristics of hydrodynamic regime and the water exchange in Nai lagoon in Ninh Thuan province and the impact of change in*

*embankment system according to simulation by using numerical models. By application of 3-dimensional MIKE 3 model, the pattern has been established to verify the data of water levels. Calculation is set up in July and in October (representing wet and dry seasons in the region). The simulation results show that in October tidal amplitude is greater than that in July. The flow rate in the center of the lagoon is small, an average of about 2 cm/s, the largest not exceeded 4 cm/s. Regime of water exchange between Nai lagoon and the sea is differences in the rainy and dry seasons. The effect of changes in size of embankment system on hydrodynamic regimes and water exchange of Nai lagoon is also analyzed, evaluated.*

**Keywords:** *Model, hydrodynamic, Nai lagoon, Ninh Thuan.*