

ĐÁNH GIÁ SỰ BIẾN DẠNG CÁC YẾU TỐ TRIỀU TẠI VÙNG BIỂN VEN BỜ VÀ CỬA SÔNG NAM BỘ DO NƯỚC TRIỀU DÂNG

TS. Nguyễn Hữu Nhân
Viện Kỹ thuật Biển

Tóm tắt: Nước biển dâng đang và sẽ tác động tiêu cực lên vùng duyên hải và vùng biển ven bờ cửa sông Nam Bộ với mức độ ngày càng tăng. Bài viết này cho thấy tác động của nó lên chế độ dao động mực nước gây ra hiệu ứng “kép” tại đây: nâng mực nước trung bình ngày càng cao thêm và làm biến dạng ngày càng mạnh các yếu tố triều (thay đổi biên độ và pha các sóng triều, đặc biệt là các sóng bán nhật triều và các sóng triều nước nông), làm mực nước triều ngày càng đến sớm, mức độ gia tăng mực nước đỉnh triều lớn hơn mức độ gia tăng mực nước chân triều. Các kết quả nghiên cứu này là cơ sở khoa học giải thích các hiện tượng đang xảy ra trong thực tế, cũng như để lập ra mô hình dự tính các cơ sở dữ liệu biên mực nước nhằm giải các bài toán thủy văn, thủy lực khác nhau tại khu vực Nam Bộ, đáp ứng các kịch bản nước biển dâng do chính phủ ban hành cho tương lai.

Summary: The sea level rise (SLR) is causing severely negative impacts on coastal zone of South Vietnam with increasing speed. This paper shows “double” effects of SLR: raising mean water level and reformatting tidal regime (changing amplitude and phase of tidal waves, particularly semi-diurnal and more short tidal waves), which induces early coming water level and more high raising of water level at tidal diurnal maximum by compassion with tidal diurnal minimum. The studied results are scientific bases for explaining real situations of water level regime in coastal zone and river mouths of South Vietnam and building a “down-scaling” model to generate needed boundary water level databases at these places for using in modeling different hydraulic and hydrological processes responded to Government SLR scenarios in future.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước biển dâng (NBD) nâng mực nước trung bình cao thêm đại lượng ΔD . Đối với vùng nước có độ sâu D lớn ($D \gg \Delta D$), ΔD hầu như không ảnh hưởng đến độ sâu dòng chảy và sự lan truyền các loại sóng biển, trong đó có sóng triều. Tuy nhiên, tại vùng nước nông như vùng biển ven bờ và cửa sông (BVB-CS) Nam bộ, ΔD sẽ tác động đáng kể qua các cơ chế: (1) tăng tốc độ truyền sóng triều; (2) thay đổi hướng sóng triều; (3) giảm ảnh hưởng các ngưỡng cản dòng triều ở vùng cửa sông và ven bờ; (4) gây ra ngập lụt cho các vùng trước đây là khô, dẫn đến biến đổi các tần số cộng hưởng và không gian giao thoa của các lưu vực triều trong các vùng đồng bằng, các vịnh nước nông, đầm phá, rừng ngập mặn. Nói cách khác, NBD sẽ làm biến dạng chế độ triều tại vùng BVB-CS Nam bộ, tất yếu dẫn đến sự thay đổi của nhiều quá trình nền tảng khác. Do đó, nghiên cứu biến dạng chế độ triều do NBD là một vấn đề cần được quan tâm

đúng mức. Các nghiên cứu quốc tế [6, 7, 9, 10] đã đưa ra các bằng chứng thuyết phục về sự biến dạng của chế độ triều do NBD qua phân tích số liệu thực đo và ứng dụng mô hình thủy lực nước nông 2 chiều. Trong các năm gần đây ở Việt Nam, hiện tượng NBD đã được đề cập đến nhiều trong các tài liệu [1, 2, 3, 5, 8], nhưng sự biến dạng của các yếu tố triều do NBD vẫn chưa được chú ý đúng mức. Đối với vùng BVB-CS Nam Bộ, đánh giá định lượng về sự biến dạng triều do NBD là vấn đề chưa được nghiên cứu.

Vấn đề đặt ra là: làm thế nào lượng hóa được sự biến dạng của các yếu tố triều do NBD, để có được các cơ sở khoa học đáp ứng nhu cầu cấp thiết hiện nay là: (1) lý giải được các hiện tượng thực tế đã, đang và sẽ tiếp tục xảy ra về diễn biến dao động mực nước, ngập lụt (kéo theo là bồi lấp, xói lở, xâm nhập mặn, biến dạng hệ sinh thái, giảm chất lượng môi trường...) ảnh hưởng tiêu cực đến sự phát triển kinh tế-xã hội tại vùng duyên hải Nam Bộ; (2) Lập được mô hình chi tiết hóa các kịch bản

NBD do Chính phủ ban hành để lập ra cơ sở dữ liệu (CSDL) biên mực nước tại BVB-CS Nam bộ phục vụ quy hoạch phát triển, ứng phó và thích ứng với BĐKH và NBD.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Có 2 phương pháp cơ bản [5, 6, 9] nghiên cứu chế độ triều và tác động NBD đối với chế độ triều: phương pháp (mô hình) phân tích điều hòa (PTĐH) và phương pháp mô hình thủy động lực học nước nông 2 chiều ngang (HD-2D). PTĐH là phương pháp nghiên cứu chính. Phương pháp mô hình HD-2D khắc phục được một số khuyết điểm của phương pháp PTĐH, nhưng hạn chế về độ chính xác, và được xem là phương pháp phụ trợ. Cách làm tối ưu là kết hợp cả hai phương pháp để hạn chế các khuyết điểm của mỗi phương pháp [5, 9]. Trong bài viết này, chúng tôi sẽ phân tích kết quả nghiên cứu tác động của NBD đối với chế độ triều bằng phương pháp PTĐH để xử lý trực tiếp các chuỗi số liệu thực đo mực nước để nghiên cứu chế độ triều và tác động NBD lên nó với các ưu điểm cơ bản là: (1) độ xác thực cao của số liệu tính toán; (2) loại được các ảnh hưởng của các yếu tố phi triều (liên quan đến lún nền, lệch mốc cốt trạm đo, mưa, lũ, bốc hơi, gió...) khi đánh giá ảnh hưởng của NBD đối với chế độ triều.

Đối với mô hình PTĐH, lưới tính không gian là mạng lưới các trạm quốc gia (xem Hình 1) đo mực nước giờ từ lúc lập trạm đến 2010, bao gồm các trạm: Vũng Tàu, Nhà Bè, Vàm Kênh, Bình Đại, An Thuận, Bến Trại, Trần Đề (Mỹ Thanh), Gành Hào, Sông Đốc và Xẻo Rô.



Hình 1 Mạng lưới và vị trí các trạm đo mực tại BVB-CS Nam Bộ

Mô hình PTĐH sử dụng giả thiết được thực tế chứng thực cho rằng: mực nước tổng hợp tại một vị trí (x,y) nào đó, ở thời điểm t là tổng chồng chập tuyến tính các thành phần triều và các thành phần phi triều:

$$Z(x,y,t) = a_0(x,y) + Z_0(x,y,t) + \sum_{i=1}^N f_i(t) H_i(x,y) \cos[\omega_i t + \varphi_i(t) - g_i(x,y)] \quad (1)$$

trong đó:

- $\omega_i = 2\pi / T_i$: Tần số góc của sóng triều có chu kỳ T_i ;
- t thời gian: N: Số thành phần sóng triều;
- H_i và g_i : biên độ và pha ban đầu của thành phần sóng triều thứ i. Đây là các thông số có thể bị biến dạng do các thay đổi địa hình, độ sâu vị trí, dòng chảy và NBD, là đối tượng chính của nghiên cứu này;
- a_0 : mực nước trung bình tại vị trí (x,y) so với mốc đo cao độ (quy ước);
- Z_0 : tổng hợp các thành phần dao động mực nước phi triều;
- f và φ : các hằng số thiên văn.

Công thức (1) được sử dụng trong cả hai trường hợp: (1) Dự báo mực nước tổng hợp khi biết các thông số bên vế phải (bài toán thuận); (2) Xác định một số thông số bên vế phải (H_i , g_i và a_0) khi có chuỗi số liệu thực đo (vế trái) đủ dài (bài toán đảo). Đây là nội dung của mô hình PTĐH sẽ được sử dụng để nghiên cứu diễn biến các yếu tố triều (H_i , g_i và a_0) theo thời gian, từ đó đánh giá định lượng NBD (sự thay đổi của a_0) và tác động NBD đối với chế độ triều (sự thay đổi của H_i , g_i). Mô hình PTĐH thực ra là một loại mô hình thống kê, ý nghĩa khoa học và thực tế quan trọng khi sử dụng mô hình PTĐH để phân tích số liệu thực đo nhằm đánh giá tác động của NBD đối với dao động triều nằm ở chỗ: các đánh giá các thông số H_i và g_i có độ tin cậy cao, khách quan vì không phụ thuộc vào các dao động mực nước do các nguyên nhân phi triều, cũng như không phụ thuộc và trạng thái của mốc cột trạm đo (có thể thay đổi do lún, sai sót khi dẫn cao độ trạm...). Bài toán đảo nêu trên có thể giải bằng nhiều phương pháp khác nhau, trong số đó chúng tôi đã áp dụng thuật giải bình phương tối thiểu vì nó được xem là kinh điển và chuẩn nhất, có độ tin cậy đã được kiểm chứng thực tế [4, 5, 6, 9].

III. SỐ LIỆU ĐẦU VÀO

Số liệu đầu vào là các chuỗi số liệu mực nước thực đo tại 10 trạm (vị trí như trên hình 1): Vũng Tàu, Nhà Bè, Vàm Kênh, Bình Đại, An Thuận, Bến Trại, Mỹ Thanh, Gành Hào, Ông Đốc và Xẻo Rô. Chất và lượng số liệu đo mực nước tại vùng nghiên cứu (VNC) đáp ứng rất tốt yêu cầu của mô hình PTĐH về mọi mặt: tần số đo, giãn cách đo, độ đầy đủ và liên tục, độ dài các chuỗi số liệu, tính đồng nhất và độ chính xác. Dựa vào đường xu thế diễn biến của mực nước trung bình năm, mực bình quân năm đỉnh triều, mực bình quân chân triều năm, chúng tôi đánh giá mức độ biến đổi các đặc trưng dao động mực nước tại BVB-CS Nam Bộ trong bảng 1.

IV. KIỂM ĐỊNH KẾT QUẢ BẰNG MÔ HÌNH

Độ chính xác của các bộ số liệu hằng số điều hòa (N=67) tính ra bằng mô hình PTĐH (bài toán đảo) được kiểm định qua so sánh số liệu tính theo mô hình (1) không bao gồm số hạng dao động mực nước phi triều, tức là $Z_0(x,y,t)=0$ và số liệu thực đo năm 2009 và 2010 tại 10 trạm thủy-hải văn nêu trên. Kết quả so sánh cho thấy: (1) Hệ số tương quan giữa chúng lớn hơn 0,95 tại các trạm trên BVB-CS Đông Nam Bộ và lớn hơn 0,84 cho các trạm nằm ở BVB-CS Tây Nam Bộ, hệ số tương quan giữa chúng, tức là mô hình PTĐH được sử dụng có độ tin cậy khá cao; (2) Có sự phù hợp khá tốt giữa chúng về trị số, về pha, về dáng điệu đường quá trình mực nước tính toán và thực đo. Nguyên nhân gây ra sai lệch giữa số liệu tính và

thực đo chủ yếu là do mực nước thực đo là mực nước tổng hợp, trong khi mực tính toán thuần túy do triều (không bao gồm số hạng Z_0).

V. KẾT QUẢ

Kết quả phân tích điều hòa các chuỗi số liệu mực nước thực đo mỗi năm là bộ số liệu hằng số điều hòa (H và g) của 67 sóng triều có ý nghĩa tại mỗi trạm. Tổng cộng có 260 năm số liệu đã được xử lý. Như đã biết từ lý thuyết triều, M2, S2, N2, K2, K1, O1, Q1, P1 là các sóng triều có tỷ trọng đáng kể nhất đối với dao động mực nước tại BVB-CS Nam Bộ. Ví dụ, đối với năm 2007, tỷ trọng của chúng như bảng 2 và bảng 3. Để đánh giá tác động của NBD đối với các yếu tố triều, chúng tôi đã lập ra giản đồ mô tả diễn thế biến đổi trị số biên độ và pha ban đầu của các sóng triều chính trong 27 năm qua. Trên hình 2 và hình 3 là các số hình ảnh tiêu biểu biến đổi biên độ của sóng triều M2 (*đại diện cho nhóm sóng bán nhật triều*) và sóng K1 (*đại diện cho nhóm sóng nhật triều*). Từ số liệu tính toán diễn biến trị số biên độ và pha ban đầu của các sóng triều, các phương trình đường quy tuyến tính dạng $y=ax+b$ đã được lập ra, và có thể sử dụng chúng để dự báo biến đổi các yếu tố liên quan đến chế độ triều. Trên bảng 4 là đánh giá các hệ số a và b (lấy năm 1990 làm gốc) và trị số dự báo biên độ của sóng triều M2 cho một số năm (trong quá khứ và tương lai). Kết quả dự báo theo phương trình hồi quy tuyến tính vô hiệu hóa mọi biến thiên tuần hoàn, kể cả biến thiên với chu kỳ nhiều năm.

Bảng 1 Mức độ biến đổi các đặc trưng mực nước tại BVB-CS Nam Bộ

Tên trạm	Thời gian đo	Số năm đo đạc	Mức độ gia tăng mực nước, cm		
			Bình quân đỉnh triều	Trung bình năm	Bình quân chân triều
Vũng Tàu	1984-2010	27	8.4	3.1	0.4
Nhà Bè	1984-2010	27	12.7	2.3	0.4
Vàm Kênh	1984-2010	27	7.7	7.7	7.7
Bình Đại	1984-2010	27	9.6	5.8	5.8
An Thuận	1984-2010	27	11.2	11.2	10.4
Bến Trại	1984-2010	27	11.9	5.0	6.2
Mỹ Thanh	1987-2008	20	12.7	11.8	10.4
Gành Hào	1987-2010	24	13.8	7.9	5.8
Ông Đốc	1996-2010	14	4.3	4.3	3.8
Xẻo Rô	1984-2010	27	4.6	4.4	4.2

Bảng 2. Biên độ và tỷ lệ đóng góp nhóm sóng nhật triều (chu kỳ lân cận 1 ngày)

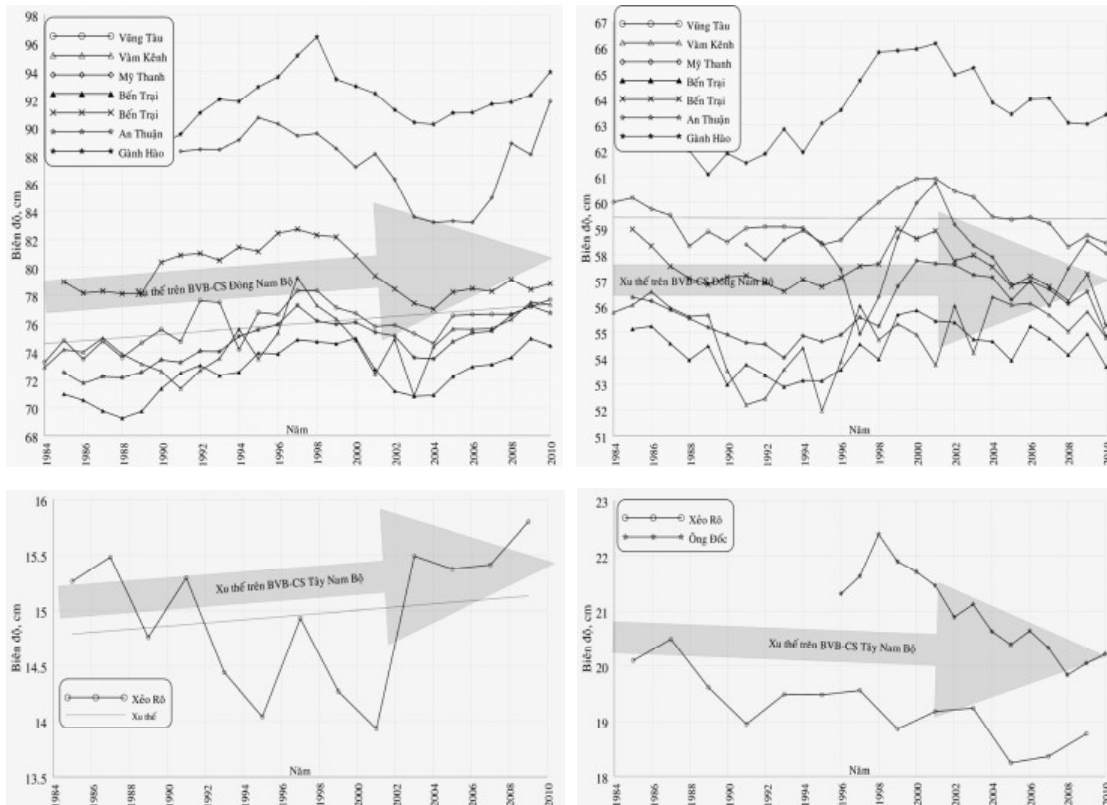
Tên sóng	BVB-CS Đông Nam Bộ		BVB-CS Tây Nam Bộ	
	Khoảng biên độ, cm	Tỷ lệ đóng góp bình quân, %	Khoảng biên độ, cm	Tỷ lệ đóng góp bình quân, %
Q1	5 - 8	3	2 - 3	5
O1	34 - 44	16	10 - 15	20
P1	13 - 17	6	4 - 6	6
K1	53 - 64	22	14 - 21	27

Bảng 3. Biên độ và tỷ lệ đóng góp của nhóm sóng bán nhật triều (chu kỳ lân cận ½ ngày)

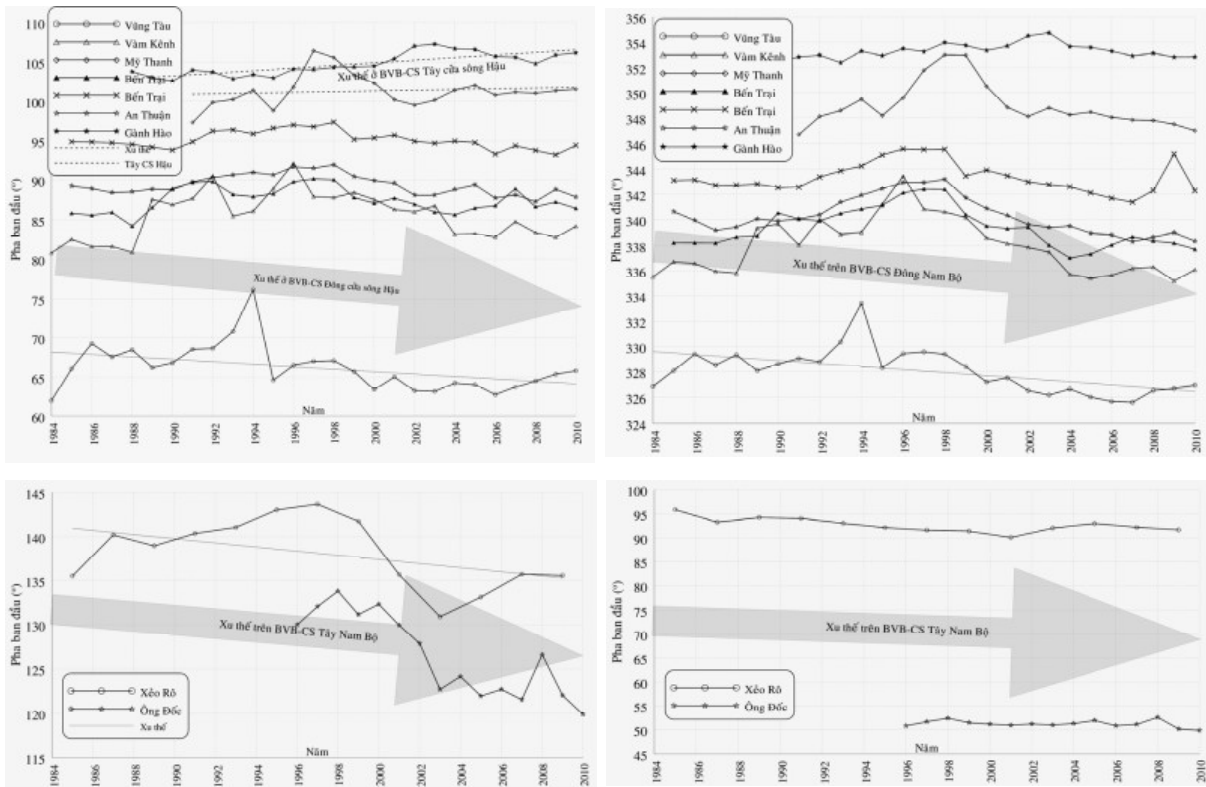
Tên sóng	BVB-CS Đông Nam Bộ		BVB-CS Tây Nam Bộ	
	Khoảng biên độ, cm	Tỷ lệ đóng góp bình quân, %	Khoảng biên độ, cm	Tỷ lệ đóng góp bình quân, %
N2	10 - 15	6	4 - 6	8
M2	72 - 92	33	12 - 17	23
S2	21 - 34	12	3 - 5	6
K2	7 - 12	4	2 - 3	5

Bảng 4. Dự báo biến đổi biên độ (cm) sóng triều M2 tại BVB-CS Nam Bộ

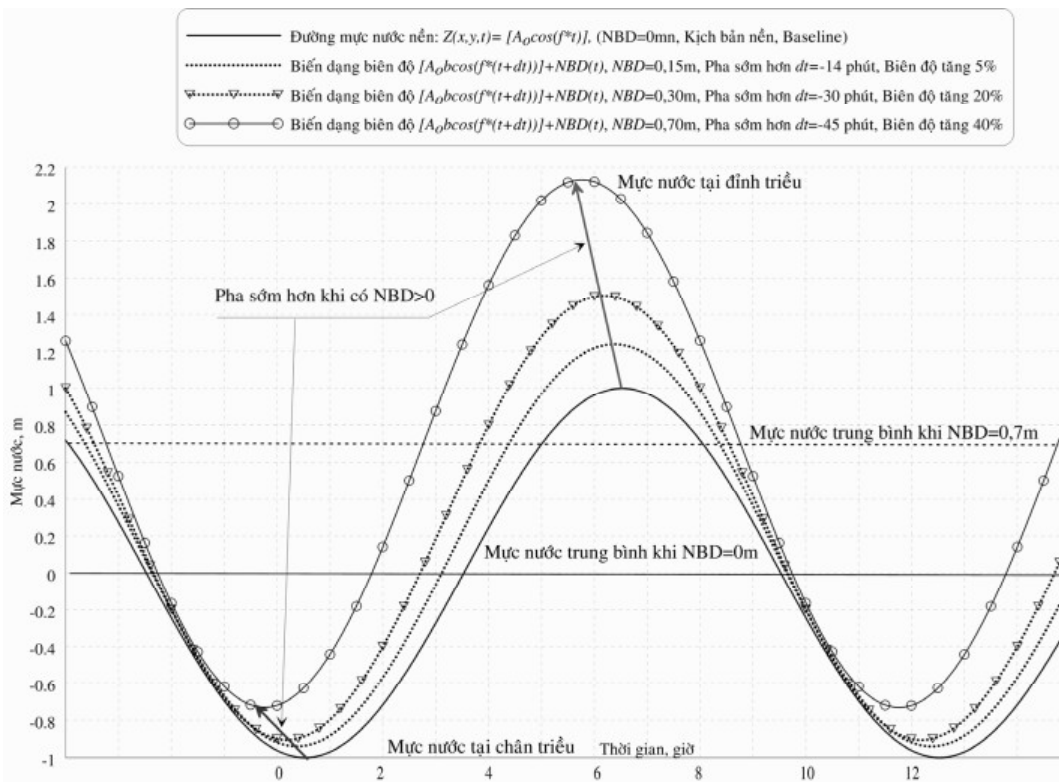
Tên trạm	Hệ số phương trình hồi quy		Biên độ năm dự báo			Tên trạm	Hệ số phương trình hồi quy		Biên độ năm dự báo		
	a	b	1975	1990	2050		a	b	1975	1990	2050
Vũng Tàu	0,117	75	73	75	82	Bình Đại	0,118	72	70	72	79
Gành Hào	0,119	91	89	91	98	Bến Trại	0,118	78	76	78	85
Vàm Kênh	0,118	74	72	74	81	An Thuận	0,119	74	72	74	81
Mỹ Thanh	0,119	89	87	89	96	Xẻo Rô	0,046	15	14	15	18
Trần Đề	0,119	88	86	88	94	Ông Đốc	0,045	11	10	11	14



Hình 2. Xu thế biến sóng triều M2 (trái) và K1(phải)



Hình 3. Xu thế biến đổi pha ban đầu sóng triều M2 (trái) và K1 (phải)



Hình 4. Sơ đồ minh họa tác động “kép” của NBD lên dao động mực nước do sóng triều M2

VI. THẢO LUẬN

Mức nước trung bình năm (đã khử các dao động có chu kỳ nhỏ hơn 1 năm) tại VNC đã tăng liên tục trong 27 năm qua với tốc độ bình quân năm là 3mm/năm trên BVB-CS Đông Nam Bộ và 4mm/năm trên BVB-CS Tây Nam Bộ, nguyên nhân chính là do NBD. Các đánh giá này được thực hiện qua diễn thế chung, đã khử tất cả các loại dao động tuần hoàn, kể cả dao động với chu kỳ 18,1 năm. Phân tích số liệu thực đo và kết quả tính toán cho thấy, trong 27 năm qua, mực nước triều cao nhất tại VNC vào năm 1996, thấp nhất vào các năm 1987 và 2004 (và theo chu kỳ này, hiện nay VNC đang nằm trong kỳ triều thiên vẫn tiếp tục tăng cho đến năm 2014). Đặc biệt, sự khác biệt trong quy luật gia tăng mực nước trung bình năm, mực nước bình quân đỉnh triều và chân triều theo thời gian, ví dụ đối với BVB-CS Đông Nam Bộ, tốc độ gia tăng của chúng tương ứng là 3-4mm/năm, 8-10mm/năm và 1-3mm/năm (tùy trạm đo). Đó là do kết quả tổng hợp tác động “kép” của NBD: một mặt nó nâng cao mực nước trung bình, và mặt khác làm biến dạng các yếu tố triều – tăng biên độ và tốc độ truyền triều (xem minh họa trên hình 4). Với hiệu ứng “kép” này, NBD tăng rủi ro ngập lụt (độ sâu, phạm vi và thời gian ngập) tại VNC mạnh hơn so NBD thuần túy, dẫn đến nhiều tác động tiêu cực khác.

Để định lượng hóa tác động của NBD đối với chế độ triều, cần xác lập các cơ sở khoa học khách quan và tin cậy thông qua các đánh giá tác động của nó đối với mỗi sóng triều thành phần, không phụ thuộc vào các yếu tố chủ quan như: lệch mốc cốt trạm đo mực nước, nâng/lún nền, lũ/kiệt hoặc các hiện tượng thời tiết khác. Kết quả phân tích số liệu thực bằng mô hình PTĐH cho thấy:

- Các sóng bán nhật triều M2, S2, N2, K2 khá nhạy đối với NBD. Tại BVB-CS Đông Nam Bộ, biên độ H các sóng triều này đều có xu thế tăng với tốc độ khoảng 0,3% mỗi năm (H càng lớn tốc độ tăng tuyệt đối càng cao, ví dụ, tốc độ tăng H đối với các sóng M2, S2, N2 tương ứng là 1,2-1,5 mm/năm, 0,5 - 0,7mm/năm 0,4 - 0,5 mm/năm và K2: 0,2 - 0,4 mm/năm). Tương tự, tại BVB-CS Tây Nam Bộ, biên độ H của chúng đang tăng theo thời gian với tốc độ tương đối 0,4% mỗi năm, cụ

thể đối với sóng M2: 0,4 - 0,5mm/năm, S2: 0,2 - 0,3mm/năm, N2: 0,1mm/năm và K2: 0,1mm/năm.

- Ngược lại, các sóng nhật triều K1, O1, P1, Q1 không nhạy. Biên độ H của chúng hầu như không thay đổi. Đặc biệt tại BVB-CS Tây Nam Bộ, H các sóng này đang giảm với tốc độ 0,15mm/năm.

- Quy luật tổng quát về thay đổi biên độ triều tại BVB-CS Nam Bộ là: biên độ các sóng bán nhật triều (và các sóng triều nước nông chu kỳ < 14giờ) đang liên tục tăng trong thời gian qua, trong khi đó, biên độ các sóng nhật triều (và các sóng triều chu kỳ > 20 giờ) ít thay đổi, đặc biệt, trên vùng BVB-CS Tây Nam Bộ, biên độ sóng này đang giảm.

- Do NBD, tỷ lệ ảnh hưởng các sóng bán nhật triều trong dao động mực nước ngày càng tăng, khuynh hướng bán nhật triều hóa chế độ triều tại BVB-CS Tây Nam Bộ đang diễn ra khiến có thể dẫn đến thay đổi về chất của chế độ triều tại đây sau 2050.

- Xu thế biến đổi pha của các sóng triều tại VNC ngày càng sớm hơn do NBD làm tăng tốc độ truyền triều, trong đó mức độ tác động của NBD lên pha triều vùng BVB-CS Tây Nam Bộ mạnh hơn BVB-CS Đông Nam Bộ vì hướng truyền triều là từ biển Đông sang biển Tây và quãng đường sóng triều đi qua vùng nước nông vào BVB-CS Tây Nam Bộ dài hơn, nên NBD sẽ ảnh hưởng lên pha triều mạnh hơn.

- Pha của các sóng triều vùng BVB-CS Đông Nam Bộ liên tục sớm hơn quá khứ, trừ khu vực biển ven bờ nằm ở phía Tây cửa sông Hậu. Tốc độ sớm pha vào khoảng 0,25 - 0,3 độ/năm đối với các sóng bán nhật triều và 0,15 - 0,2 độ/năm đối với các sóng nhật triều. Như vậy, sau 50 năm, độ sớm pha của sóng bán nhật triều sẽ vào khoảng là 15° - 17°. Nguyên nhân chính của sự sớm pha này là do NBD làm tăng tốc độ truyền sóng triều trên BVB-CS Nam Bộ. Riêng đối với khu vực biển ven bờ nằm ở phía Tây cửa sông Hậu (cụ thể là tại trạm Gành Hào), ngược lại, có hiện tượng chậm pha so với quá khứ. Nguyên nhân là do NBD làm tăng độ sâu và lưu lượng dòng chảy ra/vào qua các cửa sông Cửu Long, nên tốc độ dòng triều đi xuống rìa phía Tây-Nam cửa Trần Đề sẽ giảm, dẫn đến pha triều sẽ chậm hơn so với khi không có NBD.

- Trên vùng BVB-CS Tây Nam Bộ, do NBD, tốc độ sớm pha vào khoảng 0,4 - 0,6 độ/năm đối với sóng bán nhật triều và vào khoảng 0,15 - 0,3 độ/năm đối với sóng nhật triều. Có thể dự báo: sau 50 năm nữa, mức độ sớm pha của các sóng bán nhật triều tại đây sẽ là 24° - 27°, tức là sẽ sớm hơn hiện nay khoảng 2 giờ.

VII. KẾT LUẬN

Các kết quả nghiên cứu nêu trên cho thấy, tác động NBD đối với chế độ dao động mực nước tại BVB-CS Nam Bộ gây ra hiệu ứng “kép”: nâng mực nước trung bình cao thêm và làm biến dạng các yếu tố triều (thay đổi biên độ và pha các sóng triều, đặc biệt là các sóng bán nhật triều và các sóng triều nước nông), dẫn đến hệ quả là mực nước triều ngày càng đến sớm hơn, tốc độ gia tăng mức nước đỉnh triều lớn hơn rất nhiều so với tốc độ gia tăng mức nước chân triều (xem minh họa trên hình 4). Các kết quả nghiên cứu này là cơ sở khoa học để giải thích cho bức tranh thực tế đang xảy ra tại VNC, cũng như để lập ra mô hình dự tính các CSDL biên mực nước để giải các bài toán về thủy lực tại vùng đồng bằng sông Cửu Long và Đông Nam Bộ trong tương lai nhằm đáp ứng các kịch bản NBD do Chính phủ ban hành. Nói chung, quy luật thay đổi các hằng số điều hòa được xác lập bởi các đánh giá bằng mô hình PTĐH là tin cậy để áp dụng thực tế cho khoảng thời gian đã qua và trong tương lai vài chục năm tới (khi giá trị NBD còn nhỏ). Tuy nhiên, mô hình PTĐH chưa đủ mạnh để bóc tách tác động riêng rẽ do NBD và tác động do thay đổi địa hình, địa vật lân cận vị trí các trạm đo. Các đánh giá nêu trên cho tương lai rất xa, khoảng 50 năm và 100 năm, có phù hợp nữa hay không? Chúng tôi sẽ có dịp bàn về các vấn đề này trong bài viết tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ TN-MT (2012). Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam.
2. Bộ NN-PTNT (2011). Dự án quy hoạch thủy lợi ở ĐBSCL trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Viện QHTLMN chủ trì.
3. Bộ NN-PTNT (2011). Đề tài: Nghiên cứu cơ sở khoa học và đề xuất các biện pháp ứng phó cho

đồng bằng sông Cửu Long đảm bảo việc phát triển bền vững trong điều kiện biến đổi khí hậu - nước biển dâng. ĐHTL chủ trì. Chủ nhiệm: Nguyễn Sinh Huy.

4. Nguyễn Sinh Huy (2011). Chế độ ĐBSCL và những biến động do BĐKH và NBD, NXB Nông nghiệp, tp.HCM.

5. Viện KHTV VN (2012). Báo cáo tổng kết đề tài cấp cơ sở: “Nghiên cứu sự biến dạng của các yếu tố triều trên biển ven bờ và các cửa sông Nam Bộ do nước biển dâng”. Chủ nhiệm: Nguyễn Hữu Nhân.

6. Ferla M. (2006) Long time variation on sea level and tidal regime in the lagoon go Venive. J. Coastal Engineering. vol. 57, no. 4, pp. 1279-1399.

7. IPCC, 2007: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Parry, Martin L., Canziani, Osvaldo F., Palutikof, Jean P., van der Linden, Paul J., and Hanson, Clair E. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 1000 pp.

8. Nguyen Huu Nhan (2006). The environment in Ho Chi Minh City harbours. pp. 261-291 in E. Wolanski (editor), ‘The environment in Asia Pacific harbours’. Springer, Netherlands.

9. Titus, J. (1998). The probability of sea level rise.

10. Wolanski, E. and Nguyen Huu Nhan (2005). Oceanography of the Mekong River Estuary. pp. 113-115 in Chen, Z., Saito, Y. and Goodbred, S.L., Mega-deltas of Asia-Geological evolution and human impact. China Ocean Press, Beijing, 268 pp.

Người phản biện: PGS.TS Tăng Đức Thắng