

XU THẾ THAY ĐỔI MỰC NƯỚC BIỂN TRUNG BÌNH THÁNG DỌC VEN BỜ VIỆT NAM CÓ HIỆU CHỈNH ẢNH HƯỞNG CỦA ÁP SUẤT KHÍ QUYỂN VÀ ĐÀN HỒI LỚP VỎ TRÁI ĐẤT SAU KỶ BĂNG HÀ

Đoàn Văn Chinh^{1,2}, Bùi Thị Kiên Trinh^{1,3}, Jin TaoYong¹

Tóm tắt: Bài báo đã sử dụng số liệu quan trắc mực nước trung bình tháng và mô hình động thái để ước tính xu thế thay đổi mực nước tại bốn trạm quan trắc mực nước đại diện cho bốn vùng ven biển Việt Nam. Trong quá trình xử lý, chúng tôi đã hiệu chỉnh ảnh hưởng của áp suất khí quyển, đồng thời cũng đã hiệu chỉnh ảnh hưởng của sự đàn hồi lớp vỏ trái đất sau kỷ băng hà. Kết quả nghiên cứu cho thấy trong vòng ba bốn thập kỷ gần đây, mực nước biển trung bình tại hầu hết các trạm dọc ven biển Việt Nam đều có xu hướng dâng lên. Cụ thể là đối với khu vực ven biển miền Bắc từ năm 1957 đến năm 2009 mực nước có xu hướng dâng với tốc độ 0.996 ± 0.029 mm/năm; vùng ven biển miền Trung từ năm 1980 đến năm 2008 có tốc độ dâng là 2.064 ± 0.080 mm/năm. Cũng trong khoảng thời gian này, các vùng ven biển Đông Nam Bộ và Tây Nam Bộ lại có xu hướng dâng lần lượt là 2.812 ± 0.089 mm/năm và 1.708 ± 0.076 mm/năm.

Từ khóa: Số liệu nghiệm triều; cải chỉnh áp suất khí quyển; cải chỉnh đàn hồi lớp vỏ trái đất sau kỷ băng hà; mô hình động thái; xu thế biến đổi mực nước dọc ven bờ biển Việt Nam.

1. GIỚI THIỆU

Lãnh thổ Việt Nam ngoài phần đất liền gắn với bán đảo Đông Dương còn có một bộ phận khá lớn nằm trong biển Đông, đặc biệt có đường bờ biển chạy dọc suốt chiều dài đất nước. Phần lớn các vùng đồng bằng ven biển, nhất là khu vực đồng bằng sông Cửu Long có địa hình tương đối thấp, chỉ vào khoảng vài mét so với mực nước biển trung bình^[1]. Đây lại là những trung tâm kinh tế chính trị quan trọng, và có mật độ dân số cao. Nghiên cứu về mực nước vừa có ý nghĩa khoa học vừa có ý nghĩa thực tiễn, bởi biến động theo thời gian và không gian của mực nước biển là một hiện tượng tự nhiên có quy mô lớn ảnh hưởng trực tiếp tới nhiều hoạt động kinh tế kỹ thuật của con người, trước hết là các ngành vận tải biển, xây dựng công trình trên biển và ven bờ, hệ thống tưới tiêu nông nghiệp, cấp thoát nước...^[2]; Số liệu về mực nước còn liên quan đến các dự án cơ sở hạ tầng có nguồn chi ngân sách khổng lồ, ước tính đến hàng trăm ngàn tỉ đồng^[3], đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu toàn cầu. Cho đến nay, các nghiên cứu về sự biến thiên mực nước dọc dải ven bờ Biển

Đông đã có nhiều kết quả công bố, như các nghiên cứu của tác giả Phạm Văn Huân^[4], Hoàng Trung Thành^[5], trong các nghiên cứu này các tác giả đã sử dụng các chuỗi số liệu quan trắc mực nước trung bình năm của các trạm nghiệm triều và dùng mô hình hồi quy tuyến tính đơn để ước tính xu thế thay đổi của mực nước, đã chỉ ra xu hướng biến đổi mực nước tại các miền duyên hải Bắc bộ, Trung bộ, Nam bộ và Tây Nam bộ lần lượt là 2.1mm/năm, 2.7 mm/năm, 3.2mm/năm và 2.0mm/năm. Ở bài báo này, chúng tôi sử dụng chuỗi số liệu trung bình tháng của mực nước tại 4 trạm quan trắc mực nước dọc ven bờ biển Việt Nam và dùng mô hình động thái để ước tính xu hướng biến đổi mực nước biển. Trong quá trình xử lý số liệu đã hiệu chỉnh ảnh hưởng của áp suất khí quyển, đồng thời hiệu chỉnh ảnh hưởng của quá trình đàn hồi của lớp vỏ trái đất sau thời kỳ băng hà. Thêm vào đó, chúng tôi cũng quan tâm đến đánh giá độ chính xác của việc ước tính xu thế dâng mực nước nhằm mục đích cập nhật và cung cấp thêm những thông tin tham khảo về xu thế biến đổi mực nước tại các khu vực nghiên cứu.

2. SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Số liệu gốc sử dụng trong tính toán là tập số liệu trung bình mực nước tháng tại 4 trạm nghiệm triều tại vùng ven bờ biển Việt Nam,

¹ School of Geodesy and Geomatics, Wuhan University, Wuhan, Hubei, 430079

2- Đại học Kỹ thuật Lê Quý Đôn, Việt Nam;

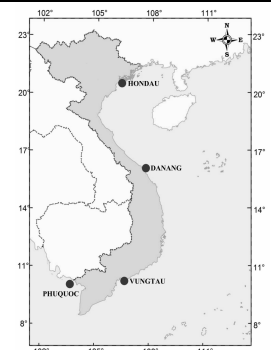
3- Đại học Thủy lợi, Hà Nội, Việt Nam;

thời gian quan trắc và sơ đồ vị trí của các trạm quan trắc được mô tả ở **Bảng 1**.

Trong đó, trạm Hòn Dấu đại diện cho khu vực ven biển miền Bắc, trạm Đà Nẵng đại diện

cho khu vực ven biển miền Trung, trạm Vũng Tàu và trạm Phú Quốc lần lượt đại diện cho các vùng ven biển Đông Nam Bộ và Tây Nam Bộ.

Bảng 1. Mô tả số liệu các trạm quan trắc mực nước dọc ven bờ biển Việt Nam

Tên trạm	Thời gian quan trắc	Ghi chú độ cao	Sơ đồ vị trí các trạm
HÒN DẤU	Từ 1957 đến 2009	Độ cao mực nước so với “0” Hải đồ	
ĐÀ NẴNG	Từ 1980 đến 2008	Độ cao mực nước so với “0” Hải đồ	
VŨNG TÀU	Từ 1978 đến 2009	Độ cao mực nước so với “0” Quốc Gia	
PHÚ QUỐC	Từ 1978 đến 2008	Độ cao mực nước so với “0” Quốc Gia	

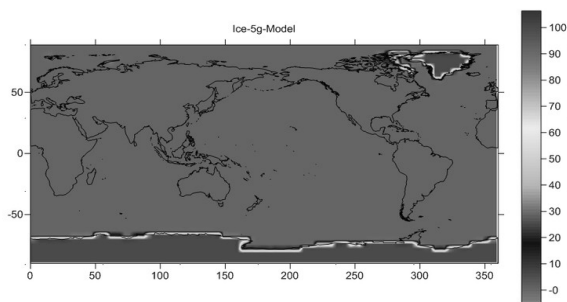
2.1 Hiệu chỉnh ảnh hưởng của đàn hồi vỏ trái đất sau kỷ băng hà.

Trong thực tế, các trạm nghiệm triều thường được xây dựng kiên cố trên nền địa chất, ở những nơi thông với biển, ít có sóng gió... Nhưng vỏ trái đất lại không ngừng vận động, vậy nên số liệu đo đạc mực nước chắc chắn sẽ bị ảnh hưởng bởi các vận động này, đặc biệt là các vận động theo phương thẳng đứng. Ảnh hưởng do nâng hạ cục bộ nền địa chất có thể xác định được bằng các phương pháp Trắc địa, tuy nhiên rất tiếc ở đây chúng tôi không có số liệu đo đạc này để hiệu chỉnh, mà ở đây chỉ xử lý được ảnh hưởng do đàn hồi của lớp vỏ trái đất sau kỷ băng hà gần đây nhất (cách đây khoảng 12-10ka)^[6]. Kỷ băng hà là một giai đoạn giảm nhiệt độ lâu dài của khí hậu Trái Đất, dẫn

tới sự mở rộng của các dải băng lục địa, các dải băng vùng cực và các sông băng. Đàn hồi của lớp vỏ trái đất sau kỷ băng hà là một quá trình địa động lực học do băng tan sau kỷ băng hà, làm cho lớp vỏ trái đất dần dần phục hồi lại vị trí vốn có của nó. Điều này dẫn đến hệ quả là mực nước biển thay đổi theo, sự thay đổi này xảy ra với tốc độ khác nhau ứng với các vị trí khác nhau trên thế giới. Ở đây chúng tôi đã sử dụng mô hình ICE-5G do Peltier cung cấp để tính toán xác định yếu tố ảnh hưởng này, mô hình này được mô tả trong **Hình 1**^[7]. Kết quả tính toán tốc độ thay đổi mực nước do đàn hồi của lớp vỏ trái đất sau kỷ băng hà ứng với 4 vị trí trạm quan trắc được mô tả trong **Bảng 2**, số liệu này được hiệu chỉnh trực tiếp vào kết quả tính toán ở phần sau.

Bảng 2. Số hiệu chỉnh do ảnh hưởng của đàn hồi vỏ trái đất sau kỷ băng hà đến biến thiên mực nước tại các trạm quan trắc

Tên Trạm	Vĩ độ	Kinh độ	Khoảng thời gian	Tốc độ biến thiên mực nước (mm/năm)
HÒN DẤU	20° 40'N	106° 48'E	Từ 1957 Đến 2009	-0.447
ĐÀ NẴNG	16° 06'N	108° 13'E	Từ 1980 Đến 2008	-0.403
VŨNG TÀU	10° 20'N	107° 04'E	Từ 1978 Đến 2009	-0.560
PHÚ QUỐC	10° 13'N	103° 58'E	Từ 1978 Đến 2008	-0.435



Hình 1. Biến đổi mực nước do ảnh hưởng của đàn hồi vỏ trái đất sau kỷ băng hà – Mô hình IEC-5G (Đơn vị mm)

2.2 Hiệu chỉnh ảnh hưởng của áp suất khí quyển

Áp suất của khí quyển Trái Đất tác dụng lên mọi vật ở bên trong nó và trên bề mặt Trái đất. Càng lên cao, áp suất khí quyển tác dụng vào vật càng giảm. Áp suất khí quyển tại các địa điểm và thời điểm khác nhau sẽ khác nhau. Tác động của áp suất khí quyển làm cho mực nước biển thay đổi, ước tính khi áp suất khí quyển thay đổi 1mbar sẽ dẫn đến mực nước biển thay đổi 1cm, chính vì thế cần phải cải chỉnh ảnh

hưởng này vào số liệu quan trắc mực nước. Số hiệu chỉnh do ảnh hưởng của áp suất khí quyển đến mực nước biển có thể tính bằng công thức:

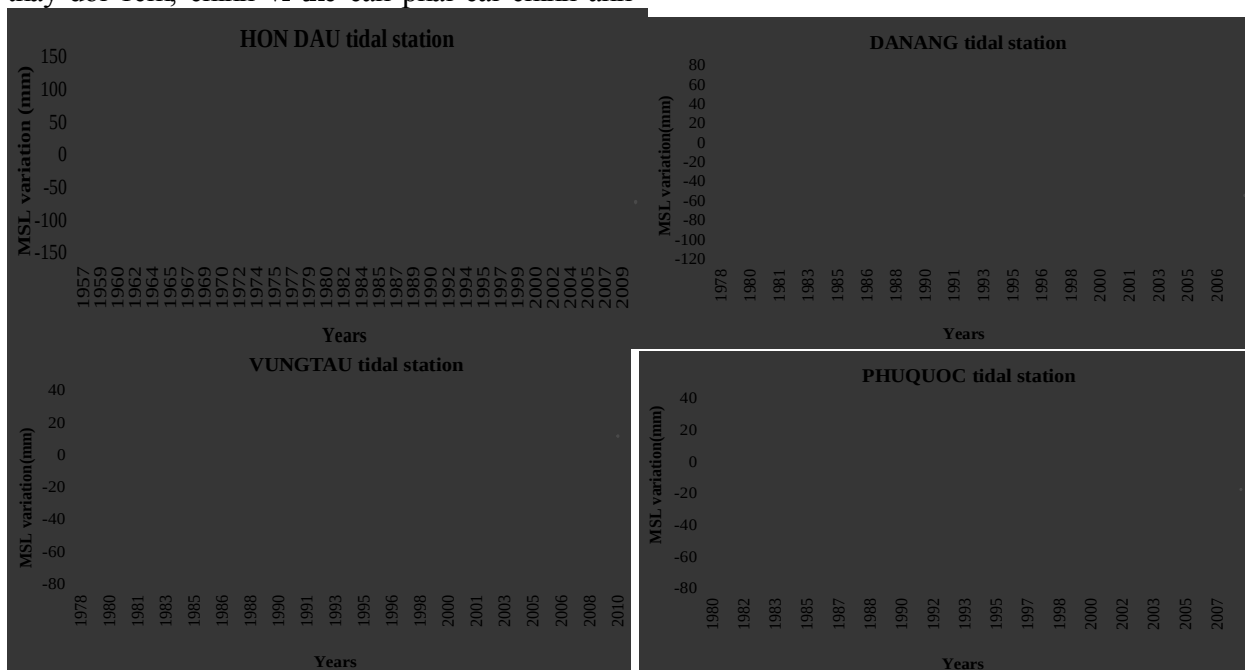
$$\Delta h = -9.948(P_{tide} - P^*) \quad (1)$$

trong đó:

P_{tide} : Áp suất tại trạm nghiệm triều

P^* : Áp suất trung bình trên phạm vi toàn cầu

Ở bài báo này, chúng tôi đã sử dụng số liệu P_{tide} và P^* được tính toán trên mô hình áp suất khí quyển toàn cầu do trung tâm nghiên cứu khí quyển Mỹ (NCEP/NCAR) cung cấp. Quy trình tính toán P_{tide} và P^* trên mô hình này là nhập các số liệu tọa độ các trạm ở dạng kinh độ và vĩ độ, từ đó sẽ tính được P_{tide} và P^* cho mỗi trạm theo thời gian. Sau đó trên cơ sở chuỗi số liệu quan trắc của mỗi trạm, chúng tôi đã tính được số hiệu chỉnh do ảnh hưởng của áp suất khí quyển cho mực nước trung bình tháng tại các trạm, kết quả tính toán số hiệu chỉnh cho các trạm được thể hiện trong **Hình 2**.



Hình 2. Số hiệu chỉnh do ảnh hưởng của áp suất khí quyển đến biến đổi mực nước trung bình tháng tại các trạm quan trắc.

2.3 Mô hình động thái áp dụng cho mực nước biển trung bình tháng.

Do sự vận động của mặt trăng mặt trời và trái đất nên trong số liệu đo thủy triều luôn tồn tại các chu kỳ biến đổi. Ước tính xu thế biến đổi của chuỗi số liệu quan trắc mực nước trung bình bằng mô hình hồi quy tuyến tính đơn sẽ không phản ánh hết được các dao động chu kỳ trong

chuỗi số liệu^[8]. Vì thế trong bài báo này chúng tôi sử dụng mô hình động thái để ước tính xu thế biến đổi của mực nước đối với chuỗi số liệu đã hiệu chỉnh ảnh hưởng của áp suất khí quyển như đề cập ở phần trên. Mô hình động thái áp dụng đối với mực nước trung bình tháng từ thời điểm bắt đầu tính ($t_0 = 0$) đến thời điểm t được mô tả bởi công thức sau:

$$h_t = A_0 + mt + \sum_{i=1}^k \left[a_i \cos\left(\frac{2\pi}{T_i}t\right) + b_i \left(\frac{2\pi}{T_i}t\right) \right] - \Delta_i \quad (2)$$

trong đó:

h_t : Độ cao mực nước trung bình tháng từ ($t_0 = 0$) đến thời điểm t

A_0 : Độ cao trung bình mực nước

m : Tốc độ thay đổi dài kỳ của mực nước (tuyến tính)

a_i, b_i : Các hệ số thể hiện đặc tính thay đổi có tính chu kỳ của mực nước

T_i : Các chu kỳ thay đổi mực nước

k : Số chu kỳ

Δ_i : Sai số

Các hệ số thể hiện đặc tính thay đổi có tính chu kỳ của chuỗi mực nước a_i, b_i có quan hệ với biên độ dao động A_i và pha dao động φ_i của chu kỳ $T_i (i = 1 \div k)$ theo công thức sau:

$$\begin{aligned} A_i &= \sqrt{a_i^2 + b_i^2} \\ \varphi_i &= \tan^{-1} \left(\frac{a_i}{b_i} \right) \end{aligned} \quad (3)$$

Để tìm các chu kỳ $T_i (i = 1 \div k)$, bắt đầu cho $T_1 = 1$ rồi tiến hành kiểm tra toàn chuỗi để tìm ra chu kỳ dao động T_1 , sau đó tiến hành loại bỏ sẽ nhận được một chuỗi số liệu mới không còn tồn tại T_1 , cứ lần lượt tính như vậy trong toàn chuỗi sẽ tìm được k chu kỳ.

Quá trình tìm chu kỳ dao động này phụ thuộc vào giới hạn sai số ε nào đó, ε càng nhỏ thì tìm được càng nhiều chu kỳ. Để tránh nhiều tồn tại trong chuỗi số liệu do sai số quan trắc gây ra, ở đây chúng tôi chọn $\varepsilon = 0.05$ và tìm được chu kỳ dao động nửa năm và một năm trong tất cả chuỗi số liệu tại 4 trạm nghiên cứu.

Giả sử tại một trạm nghiệm triều trong khoảng thời gian quan trắc t thu được chuỗi mực nước trung bình tháng bao gồm N tháng.

Bảng 3. Xu thế biến đổi mực nước tại các trạm quan trắc dọc ven biển Việt Nam

Tên Trạm	Khoảng thời gian (năm)	Xu thế biến thiên mực nước (mm/năm)	Độ chính xác ước tính (mm)
HÒN DẦU	Từ 1957 đến 2009	0.996	± 0.029
ĐÀ NẴNG	Từ 1980 đến 2008	2.064	± 0.080
VŨNG TÀU	Từ 1978 đến 2009	2.812	± 0.089
PHÚ QUỐC	Từ 1978 đến 2008	1.708	± 0.076

Từ phương trình (2), đối với mực nước trung bình j của mỗi tháng trong chuỗi số liệu tiến hành thành lập được một phương trình sai số có dạng:

$$\begin{aligned} h_{t,j} + \Delta t_j &= A_0 + mt_j + \sum_{i=1}^k \left[a_i \cos\left(\frac{2\pi}{T_i}t_j\right) + \right. \\ &\quad \left. + b_i \sin\left(\frac{2\pi}{T_i}t_j\right) \right], j = 1, 2, \dots, N \end{aligned} \quad (4)$$

$$\text{trong đó: } \Delta t_j = h_i^0 j - h_{t,j} \quad (5)$$

Như vậy, với chuỗi mực nước có N tháng, sẽ thành lập được hệ phương trình gồm N phương trình dạng (4). Tiến hành giải hệ phương trình dạng (4) bằng phương pháp số bình phương cực tiểu^[9] chúng ta sẽ tìm được các hệ số $A_0, m, a_i, b_i (i = 1 \div k)$.

Để đánh giá độ chính xác của các hệ số $A_0, m, a_i, b_i (i = 1 \div k)$, áp dụng công thức:

$$D_x = \sigma^2 B^{-1} \quad (6)$$

Trong đó B^{-1} là ma trận nghịch đảo sau khi giải hệ phương trình chuẩn của hệ phương trình dạng (4), σ là phương sai chuỗi số liệu và được tính bằng công thức sau:

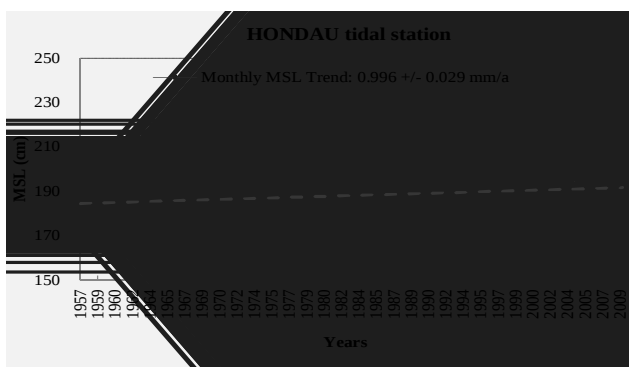
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \Delta^2 t_j}{N - (2k + 2)}} \quad (7)$$

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

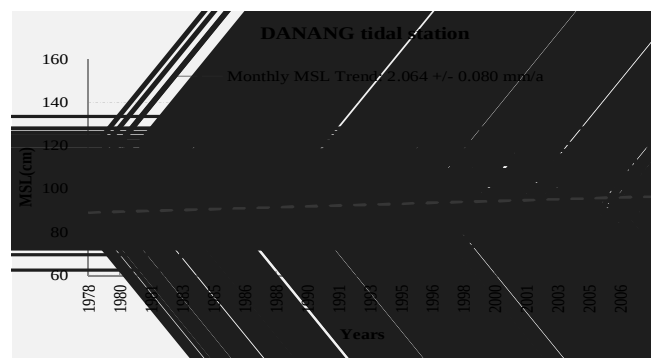
Trên cơ sở mô hình động thái đã đề cập, áp dụng đối với mực nước trung bình tháng tại các trạm được mô tả trong **Bảng 1** sau khi đã hiệu chỉnh ảnh hưởng của áp suất khí quyển, đồng thời chúng tôi tiến hành giải hệ phương trình (4) theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất^[9] để xác định xu thế biến đổi dài kỳ của chuỗi mực nước trung bình tháng và đánh giá độ chính xác của việc ước tính. Tiếp theo, tiến hành hiệu chỉnh ảnh hưởng do đàn hồi của lớp vỏ trái đất sau Kỷ Băng hà thu được kết quả cuối cùng ở **Bảng 3**. Số liệu mực nước đã hiệu chỉnh và đường xu thế biến đổi của mực nước được thể hiện trong **Hình 3**.

Kết quả ước tính và đánh giá độ chính xác của xu thế biến đổi mực nước biển như trên cho thấy dọc ven biển Việt Nam mực nước biển trung bình đang có xu hướng dâng lên. Cụ thể đối với khu vực ven biển miền Bắc trong khoảng thời gian từ năm 1957 đến năm 2009 mực nước có xu hướng dâng với tốc độ 0.996 ± 0.029 mm/năm; Tại vùng ven biển miền Trung trong khoảng 3 thập kỷ gần đây có tốc độ dâng là 2.064 ± 0.080 mm/năm. Trong khoảng thời gian này, các vùng ven biển Đông Nam Bộ và Tây Nam Bộ lại có xu hướng dâng lần lượt là 2.812 ± 0.089 mm/năm và 1.708 ± 0.076 mm/năm. Kết quả tính toán này tương đối phù hợp với các tính toán ở những

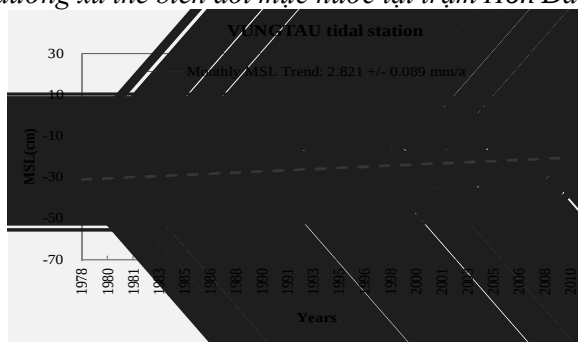
nghiên cứu đã công bố trước đây, tuy nhiên tốc độ dâng có phần giảm đôi chút (như số liệu đã cung cấp trong phần giới thiệu). Kết quả này cũng phù hợp với các nghiên cứu về xu hướng dâng của mực nước biển dọc ven bờ biển Trung Quốc là 2.5mm/năm (Vưu Phương Hồ, 1981), 2.3 mm/năm (Triệu Minh Tài, 1986), 2.0mm/năm (Đặng Văn Chấn, 1992)^[6]. Mặt khác, kết quả tính toán của chúng tôi đưa ra cũng phù hợp với số liệu mực nước dâng trên phạm vi toàn cầu là 1.8mm/năm^[10]. Tại một số trạm, giá trị này có xu thế nhỉnh hơn tốc độ dâng trên phạm vi toàn cầu một chút, nguyên nhân có lẽ do biển Đông là vùng biển kín nên bị ảnh hưởng của dao động dâng rút.



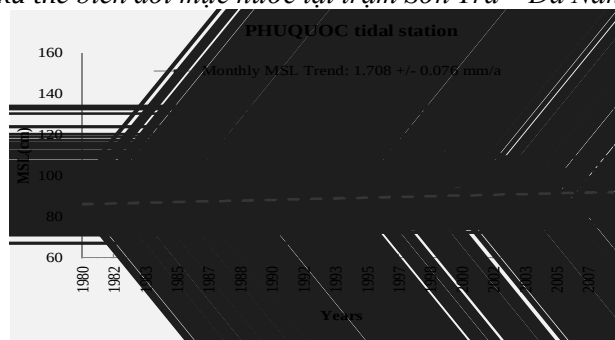
Hình 3. Số liệu mực nước trung bình tháng và đường xu thế biến đổi mực nước tại trạm Hòn Dấu



Hình 4. Số liệu mực nước trung bình tháng và đường xu thế biến đổi mực nước tại trạm Sơn Trà – Đà Nẵng



Hình 5. Số liệu mực nước trung bình tháng và đường xu thế biến đổi mực nước tại trạm Vũng Tàu



Hình 6. Hình vẽ biểu diễn số liệu mực nước trung bình tháng và đường xu thế biến đổi mực nước tại trạm Phú Quốc

4. KẾT LUẬN

Kết quả tính toán sự biến động của mực nước biển từ số liệu trung bình mực nước tháng sau khi đã hiệu chỉnh ảnh hưởng của áp suất khí quyển và ảnh hưởng của quá trình đàn hồi vỏ Trái đất sau Kỷ Băng hà cho thấy, mực nước biển dọc ven bờ Việt Nam đang có xu thế dâng lên. Cụ thể là đối với khu vực ven biển miền Bắc từ năm 1957 đến năm 2009 mực nước có xu

hướng dâng với tốc độ 0.996 ± 0.029 mm/năm; Tại vùng ven biển miền Trung trong khoảng ba thập niên gần đây tốc độ dâng là 2.064 ± 0.080 mm/năm. Các vùng ven biển Đông Nam Bộ và Tây Nam Bộ có xu hướng dâng lần lượt là 2.812 ± 0.089 mm/năm và 1.708 ± 0.076 mm/năm. Số liệu này tương đối phù hợp với các công bố trước đây về xu thế dâng mực nước dọc ven bờ biển Việt Nam cũng như một số nước

láng giềng (Trung Quốc, Thái Lan, Malaysia...) và cũng phù hợp với số liệu dâng của mực nước biển toàn cầu. Kết quả tính toán cũng cho thấy sử dụng mô hình động thái đối với tập số liệu mực nước trung bình tháng trong ước tính xu

thế biến đổi mực nước là phù hợp, có độ tin cậy cao, phương pháp tính toán có thể áp dụng mở rộng với số liệu các trạm khác. Kết quả có ý nghĩa tham khảo trong các nghiên cứu thực tế có liên quan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Văn Âu. 2008. Địa Lý tự nhiên Biển Đông. Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia Hà nội.
- [2] Phạm Văn Huân. 1993. Dao động tự do và dao động mùa của mực nước Biển Đông. Luận Án Tiến sỹ khoa học. Đại học Tổng hợp Hà nội.
- [3] Nguyễn Ngọc Trân, 2011. Mực nước nào tại đồng bằng sông Cửu Long. <http://www.icoffshore.com.vn/?f=Content&p=3&id=792>
- [4] Phạm Văn Huân, Nguyễn Tài Hợi. 2007. Dao động mực nước biển ven bờ Việt Nam. Tạp chí khí tượng Thủy Văn. Tr 30-37.
- [5] Hoàng Trung Thành. 2010. Nghiên cứu đặc điểm biến thiên mực nước biển ven bờ Việt Nam. Luận án Tiến sỹ. Viện Khoa học Khí tượng Thủy Văn và Môi trường.
- [6] Marine Geology. Yang ZiGeng 2004. Shandong Education express.
- [7] Peltier W. Global glacial isostasy and the surface of the ice-age Earth: the ICE-5G (VM2) model and Grace. Annual Review of Earth and Planetary Sciences. 2004, 32:111-149.
- [8] Huang Liren and Bo Wanju. 2012. Discussion on the methods of determining the long term trend in mean sea level variations. Crustal deformation and earthquake. Vol.12. No 3: 44-48
- [9] 团文征(Doan Van Chinh). 2011. 南海海平面变化研究与特征分析. 硕士学位. 武汉大学
- [10] Church, John, White, Neil. 2006. A 20th century acceleration in global sea level rise. Geophysical research letter.
- [11] Ami Hassan Md Din. 2012. Sea level change in the Malaysian seas from multi satellite altimeter data. International Journal of Physical Sciences. Vol 7(10) 1694-1712.

Abstract:

EFFECTS OF POST-GLACIAL REBOUND AND AIR PRESSURES FOR THE TRENDS IN MONTHLY MEAN SEA LEVEL ALONG THE COAST OF VIETNAM

This paper outlines the trends of the monthly mean sea level (MSL) changes along the coast of Vietnam by using the dynamical prediction method. The results show that the long-term monthly MLS along the coast of Vietnam rises about 1~3mm per years after adjustment for the effects of post-glacial rebound and the effects of air pressures for three and four decades. In particular, in the northern coastal area of Vietnam it, the monthly MSL, rises with the speed of 0.996 ± 0.029 mm/a; in the central coastal area it rises with the speed of 2.064 ± 0.080 mm/a; in the southeast coastal area of Vietnam it rises with the speed of 2.812 ± 0.089 mm/a, and in the southwest coastal area it rises with the speed of 1.708 ± 0.076 mm/a.

Keywords: *tide gauge; effects of post-glacial rebound; effects of air pressures; dynamical prediction method; trend in monthly mean sea level; coast of Vietnam.*

Người phản biện: PGS. TS. Vũ Minh Cát

BBT nhận bài: 25/12/2013

Phản biện xong: 13/1/2014