

# CÁC ĐẶC TRƯNG CỰC TRỊ VÀ XU THẾ DÂNG LÊN CỦA MỰC NƯỚC BIỂN KHU VỰC TỈNH BẾN TRE

ThS. Nguyễn Quốc Trinh - Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương

Một trong những yếu tố khí tượng thủy văn biển cần thiết cho công tác thiết kế các công trình ven biển là mực nước. Việc phân tích và tính toán đặc trưng mực nước và xu thế dâng lên của mực nước biển phục vụ cho thiết kế các công trình vùng ven bờ rất quan trọng, nó ảnh hưởng đến đời sống dân sinh, chi phí và độ an toàn của công trình.

Tính toán và phân tích mực nước có nhiều phương pháp. Nhưng ở đây, chúng tôi lựa chọn một số phương pháp như sau:

- Phương pháp phân tích thống kê để xác định được tần suất xuất hiện (N), xác suất (P(%)) và tần suất tích lũy (F(%));
- Phương pháp lập theo hàm Gumbel để xác định giá trị cực trị lặp lại sau bao nhiêu năm;
- Phương pháp phân tích xu thế để xây dựng hàm hồi quy tuyến tính;
- Phương pháp hằng số điều hòa để xác định các hằng số điều hòa thủy triều và xác định giá trị cực trị thiên văn.

Cơ sở số liệu cho tính toán là chuỗi số liệu mực nước từng giờ của trạm An Thuận, Bình Đại, Bến Trại và Mỹ Hoá thuộc tỉnh Bến Tre từ 0 giờ ngày 01/01/1984 đến 23 giờ ngày 31/12/2009 (số liệu từng giờ).

Kết quả đưa ra được các tần suất phân bố, giá trị cực tiểu, trung bình và cực đại mực nước thống kê tại các trạm; xác định được các giá trị cực trị theo các chu kỳ lặp khác nhau; phân tích đưa ra được các đường xu thế mực nước thống kê mà xu thế dâng lên của mực nước khá đồng nhất trên tất cả các trạm; phương pháp bình phương tối thiểu đưa ra được các hằng số điều hoà thủy triều và xác định được các giá trị mực nước cực trị trong vòng 50 năm (2000 -2050).

## 1. Mở đầu

Một trong những yếu tố khí tượng thủy văn biển cần thiết cho công tác thiết kế các công trình ven biển là mực nước. Việc phân tích và tính toán đặc trưng mực nước phục vụ cho thiết kế các công trình ven biển rất quan trọng, nó ảnh hưởng chi phí và độ an toàn của công trình.

Cơ sở số liệu cho tính toán là chuỗi số liệu mực nước từng giờ của trạm An Thuận, Bình Đại, Bến Trại và Mỹ Hoá thuộc tỉnh Bến Tre từ 0 giờ ngày 01/01/1984 đến 23 giờ ngày 31/12/2009 (số liệu liên tục từng giờ).

## 2. Phương pháp

### a. Tính toán thống kê giá trị trung bình ( $\bar{H}_j$ ), cực đại ( $H_{maxj}$ ), cực tiểu ( $H_{minj}$ )

Để tính toán và phân tích, ta dựa trên các công

thức sau:

$$\bar{H}_j = \frac{1}{N_j} \sum_{i=1}^{N_j} H_i \quad (j=1, 2, \dots, 12; i=1, 2, \dots, N_j) \quad (1)$$

$$H_{maxj} = \text{Max}(H_i) \quad (j=1, 2, \dots, 12; i=1, 2, \dots, N_j) \quad (2)$$

$$H_{minj} = \text{Min}(H_i) \quad (j=1, 2, \dots, 12; i=1, 2, \dots, N_j) \quad (3)$$

Trong đó:  $N_j$ : số giá trị mực nước trong một tháng  $j$ ;  $H_i$ : Giá trị mực nước thứ  $i$  trong tháng  $j$ ;  $\bar{H}_j$ : Giá trị mực nước trung bình trong tháng  $j$ ;  $H_{maxj}$ : Giá trị mực nước cực đại trong tháng  $j$ ;  $H_{minj}$ : Giá trị mực nước cực tiểu trong tháng  $j$ .

### b. Các phương pháp tính độ cao thủy triều cực trị

Mực nước lý thuyết thấp nhất, hay mực triều thiên văn cực trị, được chấp nhận làm số "0" độ sâu ở các biển có triều. Mực nước này được tính bằng cách lấy độ cao mực trung bình xuất phát trừ đi giá

## NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

trị cực đại có thể có của biên độ triều xuống theo các điều kiện thiên văn. Ở một số nước, giá trị này được xác định bằng cách phân tích độ cao triều trong chuỗi độ cao nhiều năm (lý tưởng nhất là 19 năm) dự tính theo các hằng số điều hòa, tức người ta chọn lấy độ cao mực nước ròng thấp nhất trong số tất cả những độ cao dự tính trong những năm đó.

### \* **Tính độ cao thủy triều cực đại và cực tiểu bằng tổ hợp các phân triều**

Ngày nay, những thao tác tính toán có thể thực hiện nhanh trên máy tính, việc tính các độ cao cực trị của thủy triều có thể thực hiện theo những sơ đồ chi tiết hơn và có khả năng nâng cao độ chính xác bằng cách đưa vào tính toán một số lượng bất kỳ các phân triều.

Theo phương pháp này, độ cao thủy triều ở một giờ được tính theo công thức cho khoảng thời gian bất kỳ. Từ đó chọn lấy một độ cao thủy triều cao nhất và một độ cao thủy triều thấp nhất.

$$z_t = A_0 + \sum_{i=1}^r f_i H_i \cos[q_i t + (V_0 + u)_i - g_i] \quad (4)$$

Trong đó  $A_0$  là mực nước trung bình;  $f_i$  là các hệ số suy biến, phụ thuộc vào các tham số quỹ đạo Mặt trăng;  $H_i$  là những hằng số điều hòa biên độ của các phân triều;  $(V_0 + u)$  là pha ban đầu của các phân triều;  $g_i$  là các hằng số điều hòa về pha của các phân triều.

### \* **Phương pháp Vladimírsky**

Phương pháp này cho phép giải tích chính xác bài toán theo các hằng số điều hòa của 8 phân triều. Cũng có thể nhận được những trị gần đúng của các yếu tố thiên văn thoả mãn các điều kiện cực trị dựa theo phương pháp Vladimírsky, là phương pháp áp dụng khi tính đến tám phân triều.

Những độ cao cực trị thủy triều theo phương pháp Vladimírsky tìm được bằng cách chọn liên tiếp các trị số  $\varphi_{K_1}$  trong khoảng từ  $0^\circ$  đến  $360^\circ$ :

$$\left. \begin{aligned} H &= K_1 \cos \varphi_{K_1} + K_2 \cos (2\varphi_{K_1} + a_4) + |R_1 + R_2 + R_3| \\ L &= K_1 \cos \varphi_{K_1} + K_2 \cos (2\varphi_{K_1} + a_4) - |R_1 + R_2 + R_3| \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

trong đó:

$$R_1 = \sqrt{M_2^2 + O_1^2 + 2M_2 O_1 \cos \tau_1};$$

$$R_2 = \sqrt{S_2^2 + P_1^2 + 2S_2 P_1 \cos \tau_2};$$

$$\tau_1 = \varphi_{K_1} + a_1; \quad \tau_2 = \varphi_{K_1} + a_2; \quad \tau_3 = \varphi_{K_1} + a_3;$$

$$a_1 = g_{K_1} + g_{O_1} - g_{M_2}; \quad a_2 = g_{K_1} + g_{P_1} - g_{S_2};$$

$$a_3 = g_{K_1} + g_{O_1} - g_{N_2}; \quad a_4 = 2g_{K_1} + g_{K_2} - 180^\circ.$$

Việc chọn những hệ số suy biến để tính các đại lượng  $fH$  cũng thực hiện như đã nêu trên, tức là với bán nhật triều, hệ số suy biến lấy theo  $N = 180^\circ$ , với nhật triều theo  $N = 0^\circ$ . Với thủy triều hỗn hợp thì tính với các hệ số suy biến khi  $N = 180^\circ$  và  $N = 0^\circ$  rồi chấp nhận mực thấp nhất và cao nhất trong hai phương án đó làm các mực cực trị.

### c. **Phân tích cực trị đối với mực nước quan trắc (tính các mực nước thiết kế)**

Phương pháp phân tích cực trị được áp dụng để xác định các độ cao mực nước cực trị tần suất hiếm. Từ chuỗi các giá trị mực nước cao nhất năm và tối thấp năm trong thời kỳ quan trắc có thể xác định các độ cao mực nước thiết kế ứng với tần suất hiếm, chu kỳ lặp khác nhau. Những thông tin này rất quan trọng đối với công tác thiết kế công trình ven bờ biển. Cơ sở lý thuyết của phương pháp được trình bày dưới đây.

Từ chuỗi số liệu được sử dụng là chuỗi số liệu cực đại và cực tiểu năm. Phương pháp tính dựa trên cơ sở hàm Gumbel:

$$F(x) = P(\xi < x) = e^{-e^{-y}} \quad (6)$$

Trong đó,  $y$  là biến phụ trợ liên quan về độ tập trung, độ phân tán của chuỗi cực trị. Công thức được sử dụng quen thuộc là:

$$y = 1,283(x - \bar{x}) \frac{1}{S(x)} + 0,577 \quad (7)$$

trong đó  $x$  là giá trị cần xác định:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i x_i \quad S(x) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (8)$$

Từ đó xác định giá trị cực đại ứng với chu kỳ  $T$

$$x = \frac{-\ln \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) - 0,577}{1,283} S(x) + \bar{x} \quad (9)$$

xác định giá trị cực tiểu ứng với chu kỳ T

$$x = \frac{-\ln \ln(T) - 0,577}{1,283} S(x) + \bar{x} \quad (10)$$

Các phương pháp ước lượng các tham số phân bố được thực hiện trong bộ chương trình phân tích cực trị do Tổ chức Khí tượng Thế giới khuyến cáo sử dụng.

**d. Phương pháp phân tích xu thế**

Tốc độ biến thiên theo thời gian (dâng lên hoặc hạ xuống) của mực nước được xác định theo phương pháp phân tích xu thế.

Theo phương pháp này, mối liên hệ giữa mực nước y và thời gian x được biểu diễn:

$$y = ax + b, \quad (11)$$

Trong phương trình (11) hệ số a có ý nghĩa là tốc độ biến thiên của mực nước y trong một đơn vị thời gian x. Nếu chuỗi phân tích là giá trị mực nước năm, hệ số a là tốc độ dâng lên (hay hạ xuống) của mực nước trong một năm. Nếu phân tích mực nước tháng, hệ số a là tốc độ dâng lên (hay hạ xuống) của mực nước trong một tháng.

Phương pháp phân tích này được áp dụng đối với các chuỗi mực nước giờ, ngày, tháng hoặc năm.

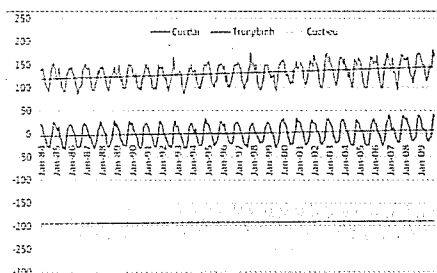
Nếu quan tâm tới xu thế tăng lên hay giảm đi của các mực nước thấp nhất và cao nhất năm, phương pháp này cũng có thể áp dụng để phân tích.

**3. Số liệu**

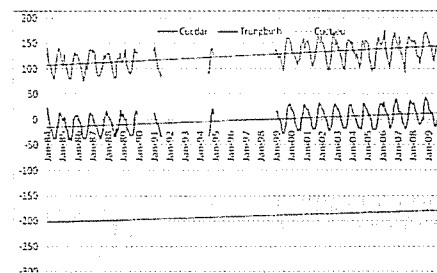
Các tính toán sử dụng số liệu mực nước quan trắc từng giờ tại trạm An Thuận, Bình Đại, Bến Trại và Mỹ Hoá thuộc tỉnh Bến Tre từ 0 giờ ngày 01/01/1984 đến 23 giờ ngày 31/12/2009 (số liệu từng giờ).

Số liệu mực nước từng giờ được sử dụng để phân tích điều hòa thủy triều, tạo ra bộ hằng số điều hòa thủy triều ghi trong phụ lục. Các hằng số điều hòa thủy triều được sử dụng để tính toán các mực triều cực trị theo phương pháp đã giới thiệu ở trên.

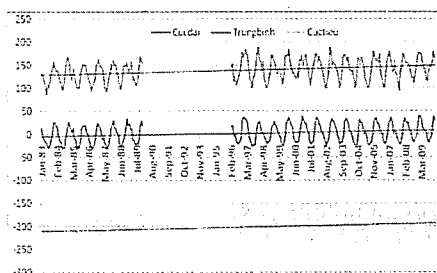
Các bảng liệt kê các giá trị mực nước cực đại, trung bình và cực tiểu tháng tại 04 trạm An Thuận, Bình Đại, Bến Trại và Mỹ Hoá thuộc tỉnh Bến Tre tính theo cơ sở dữ liệu mực nước quan trắc từng giờ. Các giá trị này sử dụng để tính các mực nước tần suất hiếm (các mực nước thiết kế) với chu kỳ lặp lại (hồi kỳ) khác nhau theo phương pháp đã trình bày ở trên và ước lượng xu thế dâng lên của mực nước biển theo phương pháp đã trình bày ở trên.



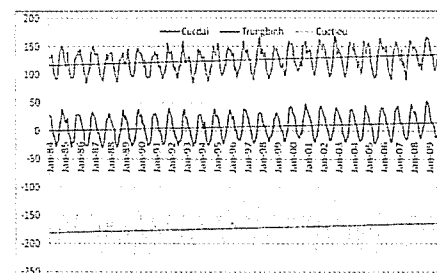
a) Trạm An Thuận



b) Trạm Bình Đại



c) Trạm Bến Trại



d) Trạm Mỹ Hoá

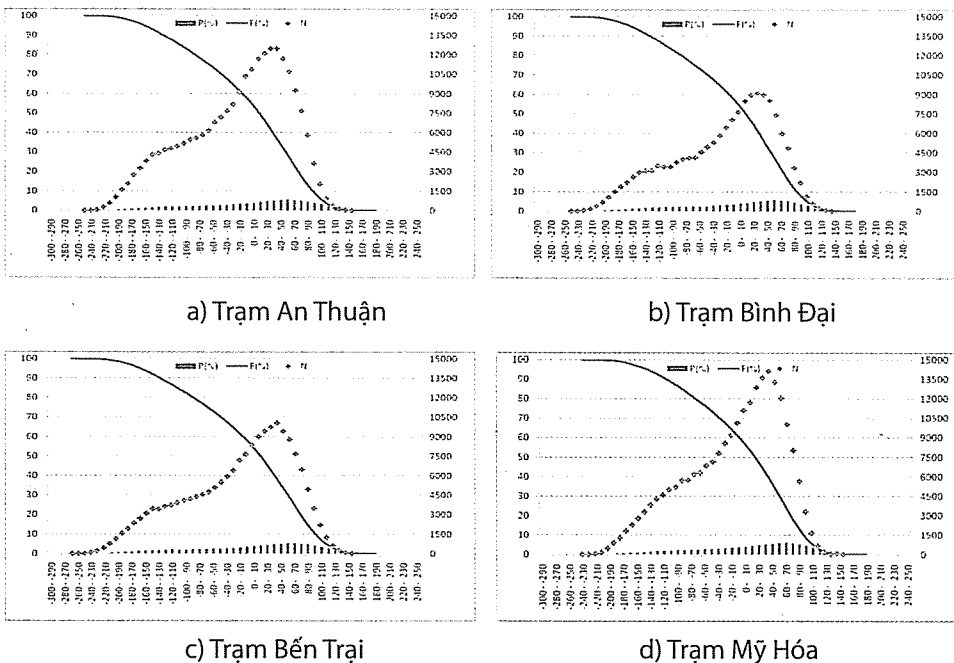
**Hình 1. Biến trình các đặc trưng mực nước (cm) cực đại, trung bình và cực tiểu tháng theo các năm của các trạm thuộc tỉnh Bến Tre**

## NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

Như vậy, cơ sở dữ liệu phục vụ công tác tính toán khá đầy đủ và được thực hiện quan trắc trong nhiều năm. Các dữ liệu đảm bảo không có sự biến động hay dị thường lớn trong qua trình quan trắc. Kết quả tính toán sơ bộ đưa ra dưới dạng bảng (từ bảng 3 đến bảng 6) khá chi tiết về đặc trưng cực trị và trung bình tháng của các trạm An Thuận, Bình Đại, Bến Trại và Mỹ Hoá. Trên cơ sở các số liệu trong bảng được thể hiện dưới dạng đồ thị biến trình theo tháng của các trạm càng khẳng định được sự ổn định và phù hợp của dữ liệu. Theo các hình cũng thấy rõ sự dâng lên của mực nước theo xu hướng toàn cầu.

### 4. Kết quả tính

#### a. Đặc trưng mực nước trạm



**Hình 2. Đồ thị biểu diễn biến đổi của số lần xuất hiện (N), đường cong suất bảo đảm (F%) và phân bố tần suất (P%) của mực nước từng giờ của các trạm thuộc tỉnh Bến Tre**

Trong các đồ thị thì trục đứng bên trái thể hiện giá trị theo (%) biểu thị tương ứng của các giá trị tần suất P(%) theo đồ thị các điểm chấm rời rạc và tần suất tích lũy F(%) theo đồ thị đường cong liền, còn trục đứng bên phải thể hiện giá trị theo số lần xuất hiện tương ứng với giá trị số lần xuất hiện N theo đồ thị dạng cột. Từ các đồ thị cho thấy tính ngẫu nhiên của các trạm cũng được thể hiện khác nhau

Các số liệu mực nước từng giờ của các trạm được phân tích tính toán chế độ về tần suất theo các khoảng chia riêng biệt đều. Từ đó, tổ hợp được tần suất tích lũy (suất bảo đảm). Các giá trị cụ thể của tần suất được thể dưới đồ thị phân bố (Hình 2). Bên cạnh đó cũng đưa ra được các giá trị đặc trưng cực đại, trung bình và cực tiểu của các trạm trong toàn bộ chuỗi số liệu.

#### \* Đặc trưng mực nước tại các trạm

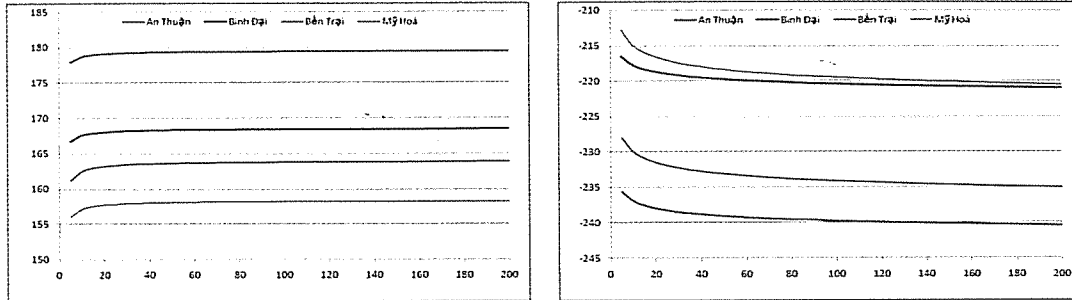
Có thể thấy rằng, từ đồ thị ở phần cho thấy được chế độ phân bố mực nước theo các khoảng chia khác nhau thì sẽ có được số lần xuất hiện (N) khác nhau, từ đó có thể xác định được tần suất (P (%)) xuất hiện. Thông qua các giá trị tần suất, sẽ tính toán được tần suất tích lũy hay suất đảm bảo (F(%)) tương ứng.

và không tuân theo quy luật. Các kết quả này cũng phần nào giúp cho các nhà tư vấn thiết kế các công trình lựa chọn cho các giải pháp công trình cho phù hợp từng khu vực, từng địa phương cụ thể.

#### b. Các độ cao của mực nước cực trị thiết kế

Các mực nước cực trị thiết kế theo chu kỳ lặp của các trạm An Thuận, Bình Đại, Bến Trại và Mỹ Hoá thuộc tỉnh Bến Tre được thể hiện trong hình 3. Các

kết quả được tính toán dựa trên các số liệu cực đại và cực tiểu theo từng năm trong thống kê các năm quá khứ.



Hình 3. Đồ thị biểu diễn biến đổi mực nước (cm) cực đại (bên trái) và cực tiểu (bên phải) của đường cong tần suất với chu kỳ lặp (năm) tương ứng

**c. Các độ cao cực trị của thủy triều (thủy triều cực trị lý thuyết)**

Độ cao thủy triều cực trị (thấp nhất và cao nhất) được tính theo hai phương pháp tính theo bộ hằng số điều hòa đầy đủ và phương pháp Vladimírsky, thể hiện ở bảng 1. Ta chọn lấy các độ cao cực trị từ các phương pháp ước lượng. Vậy độ cao cực trị lý

thuyết của thủy triều thể hiện trong bảng 1 tại các trạm An Thuận, Bình Đại, Bến Trại và Mỹ Hoà thuộc tỉnh Bến Tre cho thấy các độ cao cực trị được lựa chọn là từ phương pháp tổ hợp của tất cả các sóng triều. Còn phương pháp Vladimírsky cho kết quả thiên nhỏ so với phương pháp tổ hợp vì trong phương pháp này chỉ sử dụng với 8 sóng triều chính.

**Bảng 1. Kết quả tính các độ cao cực trị của thủy triều (cm)**

Trạm	Phương pháp ước lượng	Mực thủy triều (cm)		
		Thấp nhất	Trung bình	Cao nhất
An Thuận	Phương pháp tổ hợp phân triều thời kỳ năm 2000 đến 2050	-192,47	1,3189	147,39
	Phương pháp Vladimírsky	-112,82		102,34
	Mực nước thiết kế chu kỳ lặp 50 năm	-233,10		163,63
	Phương pháp lọc số liệu thực đo thời kỳ năm 1984 đến 2009	-238,00	1,243	181,00
Bình Đại	Phương pháp tổ hợp phân triều thời kỳ năm 2000 đến 2050	-190,14	0,427	142,79
	Phương pháp Vladimírsky	-109,90		100,29
	Mực nước thiết kế chu kỳ lặp 50 năm	-219,80		168,28
	Phương pháp lọc số liệu thực đo thời kỳ năm 1984 đến 2009	-239,00	0,281	177,00
Bến Trại	Phương pháp tổ hợp phân triều thời kỳ năm 2000 đến 2050	-209,34	1,863	153,67
	Phương pháp Vladimírsky	-122,92		108,58
	Mực nước thiết kế chu kỳ lặp 50 năm	-239,07		179,31
	Phương pháp lọc số liệu thực đo thời kỳ năm 1984 đến 2009	-251,00	1,790	188,00
Mỹ Hoà	Phương pháp tổ hợp phân triều thời kỳ năm 2000 đến 2050	-186,54	8,063	126,29
	Phương pháp Vladimírsky	-110,92		96,73
	Mực nước thiết kế chu kỳ lặp 50 năm	-218,40		158,04
	Phương pháp lọc số liệu thực đo thời kỳ năm 1984 đến 2009	-225,00	8,120	168,00

So sánh các độ cao mực nước thiết kế nhận được bằng phân tích cực trị cho trường hợp thời kỳ 50 năm thấy rằng, chênh lệch giữa mực nước biển thấp nhất và mực thủy triều thấp nhất trong quá khứ có sự sai lệch đáng kể. Sự sai lệch này cũng thể hiện sự ảnh hưởng của nước sông tham gia vào quá trình dao động mực nước tổng cộng. Giữa mực nước thiết kế cực trị hồi quy chu kỳ 50 năm theo bảng 1 và mực thủy triều thiên văn cực trị cũng chênh nhau không đáng kể. Giá trị chênh lệch cực trị giữa các trạm xấp xỉ về độ lớn.

Từ đây suy ra một quy tắc kinh nghiệm: đối với khu vực tỉnh Bến Tre trong trường hợp thiếu số liệu quan trắc mực nước nhiều chục năm, có thể chỉ cần một đợt quan trắc dài khoảng chục ngày, từ đó tính ra hằng số điều hòa thủy triều và tính các mực thủy triều cực trị lý thuyết. Lấy mực nước thủy triều thấp nhất trừ đi một hiệu chỉnh bằng độ lớn nước rút trung bình có thể chấp nhận làm mực nước thiết kế thấp nhất đối với các công trình xây dựng cỡ nhỏ và vừa. Còn mực nước thiết kế cực đại có thể là mực thủy triều cao nhất cộng với một hiệu chỉnh độ lớn nước dâng trung bình.

### **d. Xu thế dâng lên của mực nước biển theo số liệu**

Từ chuỗi số liệu thực đo thu thập được tại các trạm An Thuận, Bình Đại, Bến Trại và Mỹ Hoá thuộc tỉnh Bến Tre thông qua xử lý phân tích thu được các giá trị cực đại, trung bình và cực tiểu theo từng năm. Theo bảng 2, tốc độ dâng lên của mực nước trung bình năm tại các trạm An Thuận, Bình Đại, Bến Trại và Mỹ Hoá thuộc tỉnh Bến Tre dao động trong khoảng 0,454 - 1,076 cm/năm, trong khi mực nước tối cao dâng lên dao động trong khoảng 0,805 - 1,587 cm/năm và mực nước tối thấp dâng lên dao động trong khoảng 0,170 - 1,041 cm/năm. Vậy, có thể thấy rằng mức độ ảnh hưởng của biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến mực nước biển dâng toàn cầu nói chung và khu vực tỉnh Bến Tre nói riêng là có. Nhưng sự dâng lên này khả năng cũng do kiến tạo địa chất làm sụt lún nền gây nên vì đây là vùng đất mới được hình thành. Các kết quả này cần được đánh giá ở nhiều khía cạnh khác nhau để có thể xác định được giá cụ thể của mực nước biển dâng toàn cầu ảnh hưởng là bao nhiêu đến khu vực tỉnh Bến Tre.

**Bảng 2. Tốc độ biến đổi (cm/năm) của mực nước**

Trạm	Tối cao năm	Trung bình năm	Tối thấp năm
An Thuận	1,128	0,490	0,170
Bình Đại	1,587	1,076	1,041
Bến Trại	0,805	0,454	0,719
Mỹ Hoá	0,942	0,552	0,592

Nói chung, do số năm quan trắc còn ít, các giá trị ước lượng tốc độ dâng lên của mực nước biển trên đây chắc chắn chưa đủ tin cậy. Ngoài ra, sự dâng lên đó không nhất thiết do hiệu ứng nóng lên toàn cầu,

mà có thể đơn thuần do sự thay đổi cao độ của mốc đo mực nước nếu nền đáy khu vực trạm An Thuận, Bình Đại, Bến Trại và Mỹ Hoá thuộc tỉnh Bến Tre bị thăng hoặc giáng trong địa chất hiện đại.

### **Tài liệu tham khảo**

1. Phạm Văn Huấn (1991), Giáo trình "Cơ sở Hải dương học". NXB Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội.
2. Nguyễn Thế Tường và Nguyễn Quốc Trinh (2004), "Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến biến đổi mực nước biển". Tạp chí KTTV, số 2, trang 27-29.
3. Nguyễn Quốc Trinh (2004), "Tính toán đặc trưng mực nước biển tại Vũng Tàu". Tạp chí KTTV, số 4, trang 47-52.
4. Phạm Văn Huấn (2002), Giáo trình "Động lực học biển - Phần 3 - Thủy Triều". NXB Đại học Quốc gia Hà Nội. Hà Nội.
5. Nguyễn Quốc Trinh (2005), "Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến biến đổi một số yếu tố khí tượng - hải văn". Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Thanh niên lần I, Trung tâm KTTV Quốc gia, Hà Nội, trang 98-103.