

# DỰ BÁO MỨC NƯỚC BIỂN DÂNG ĐẢO PHÚ QUỐC

**Lê Hoài Nam** - Tổng Cục Môi Trường

**Hà Quang Hải** - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

**Phạm Mạnh Tài** - Công ty Cổ phần Tư vấn và Đầu tư Việt Bách Khoa

**K**ết quả nghiên cứu sự thay đổi mực nước biển (MNB) Phú Quốc đã cho thấy, trong thời kỳ 1979-2010 MNB Phú Quốc dâng lên với gia tốc trung bình 2,44 mm/năm, mà nguyên nhân là do biến đổi khí hậu toàn cầu ngày càng gia tăng tác động đến khí hậu của nước ta. Mực nước biển dâng (MNBD) sẽ gây ra tác động khác nhau đến quá trình xói lở, bồi tụ bờ biển Phú Quốc, đồng thời tạo ra nguy cơ ngập lụt khu vực đới ven bờ của Đảo. Vì vậy, để phục vụ mục tiêu nghiên cứu về xói lở, bồi tụ bờ biển và ngập lụt cho đảo Phú Quốc trong tương lai, tác giả đã tiến hành dự báo MNBD ở Phú Quốc cho thời kỳ dài hạn đến năm 2100 trên cơ sở xây dựng kịch bản trung bình dự báo MNBD cho vùng biển đảo Phú Quốc. Kết quả dự báo MNBD đảo Phú Quốc ở sai số quân phương < 6% cho thấy, so với năm 2000 thì MNB trung bình năm của đảo Phú Quốc sẽ tăng lên +20,06 cm đến năm 2050 và +43,66 cm đến năm 2100, tạo nên nguy cơ xói lở, bồi tụ và ngập lụt khá nghiêm trọng cho đặc khu kinh tế quan trọng này và đòi hỏi phải áp dụng các biện pháp ứng phó kịp thời. Tuy nhiên, kết quả dự báo cần tiếp tục được cập nhật theo từng giai đoạn 5-10 năm, căn cứ vào diễn biến thực tế của biến đổi khí hậu ở nước ta nói chung và tại khu vực Phú Quốc nói riêng.

## 1. Giới thiệu

Đảo Phú Quốc có diện tích 567,29 km<sup>2</sup>, nằm trong Vịnh Thái Lan, có tính đa dạng sinh học cao, cảnh quan thiên nhiên đẹp, mức độ phong phú về các nguồn lợi thủy hải sản [1]. Phú Quốc đã được quy hoạch phát triển thành đặc khu kinh tế rất quan trọng của nước ta [2]. Khu vực đới ven bờ của đảo tập trung đông dân cư với cơ sở hạ tầng kỹ thuật khá đa dạng và thuận lợi cho phát triển kinh tế, song cũng tiềm ẩn mức độ rủi ro cao do hiện tượng xói lở bờ biển Phú Quốc, mà một trong những nguyên nhân gây ra hiện tượng này là MNBD [3].

Dựa trên các nguồn số liệu đo đạc tại Trạm Khí tượng và Hải văn Phú Quốc thời kỳ 1979-2010, tác giả đã nghiên cứu và đánh giá xu thế thay đổi MNB tại vùng biển Phú Quốc nhằm mục đích dự báo MNBD trong tương lai và phục vụ mục tiêu nghiên cứu về xói lở, bồi tụ bờ biển, ngập lụt cho đảo Phú Quốc [4]. Kết quả nghiên cứu cho phương trình hồi quy mô phỏng đường xu thế thay đổi MNB trung bình năm của thời kỳ 1979-2010, phục vụ dự báo MNBD đến năm 2100 tại vùng biển Phú Quốc:  $Y = Kt*(b + a*t)$  (1), với Y là MNB trung bình năm (cm), Kt

là hệ số mô phỏng thực nghiệm từng năm và t là chuỗi thời gian (năm). Nguyên nhân MNBD tại vùng biển Phú Quốc bao gồm: (i) Do biến đổi khí hậu toàn cầu ngày càng gia tăng tác động đến khí hậu nước ta; (ii) Do MNB trung bình năm của biển Phú Quốc đã tăng lên với gia tốc trung bình là 2,44 mm/năm trong thời kỳ 1979-2010.

Trong công trình này, tác giả sử dụng các kết quả nghiên cứu đã nhận được từ công trình [4] để dự báo MNBD trên vùng biển Phú Quốc theo tầm nhìn dài hạn đến năm 2100.

## 2. Phạm vi, đối tượng nghiên cứu

Không gian nghiên cứu là vùng biển bao quanh đảo Phú Quốc, với đối tượng là MNB của Phú Quốc đo đạc thời kỳ 1979-2010 và được tính toán dự báo đến năm 2100.

## 3. Nguồn dữ liệu sử dụng

Bộ dữ liệu MNB đo đạc thực tế tại Trạm Khí tượng và Hải văn Phú Quốc thời kỳ 1979-2010 (với độ dài 32 năm số liệu liên tục) được Trung tâm Mạng lưới khí tượng thủy văn và môi trường chính lý, công bố [5], đồng thời được tác giả chuẩn hoá (kiểm định, khử sai số thô) và xử lý thống kê thực

Người đọc phản biện: TS. **Trần Quang Tiến**

nghiệm ở độ tin cậy 98% để triết xuất ra các phương trình hồi quy mô phỏng sự thay đổi MNB trung bình thời kỳ 1979-2010 tại Phú Quốc [4].

#### 4. Phương pháp nghiên cứu

##### a. Quy trình dự báo MNBD

Quy trình dự báo MNBD ở Phú Quốc trên Microsoft Excel (MEx) qua 3 bước sau:

- Bước 1: Xây dựng các kịch bản dự báo MNBD sát với thực tế trên cơ sở sử dụng các phương trình hồi quy MNB trung bình năm  $Y = Kt*(b + a*t)$  (1) để dự báo MNB trung bình năm (MNBTBN) và MNBD đến năm 2100.

- Bước 2: Xác định tham số thực nghiệm và tính toán kết quả dự báo MNBD theo kịch bản xây dựng. Chọn mô phỏng dự báo MNBD theo MNB trung bình năm (MNBTBN) với công thức:  $MNBD = MNBTBNt - MNBTBN2000$  (2), với MNBTBN2000 là MNB trung bình năm 2000 (mốc so sánh) và MNBTBNt là MNB trung bình năm được dự báo cho từng thập kỷ: 2020, 2030, 2040, 2050, 2060, 2070, 2080, 2090 và 2100.

- Bước 3: Đánh giá về kết quả dự báo theo mục tiêu nghiên cứu, căn cứ trên độ tin cậy tính toán và phân tích xu hướng biến đổi khí hậu ở nước ta trong tầm nhìn đến năm 2100.

##### b. Phương pháp dự báo MNBD

- Phương pháp xây dựng kịch bản: Theo hướng dẫn [6], với việc xét đến tác động của chu kỳ thủy văn (sóng, thủy triều, bão lũ,...), tác giả đã xây dựng kịch bản dự báo MNBD tại Phú Quốc căn cứ trên nguồn số liệu thực tế ở vùng biển này, chọn phương trình hồi quy MNB trung bình năm làm kịch bản trung bình (B2) dự báo MNBD đến năm 2100, đồng thời xem xét kỹ đến 02 kịch bản trung bình sát với điều kiện thực tế như sau:

1) Kịch bản trung bình giữ nguyên hiện trạng (KB1) căn cứ trên giả thiết là MNB trung bình năm tại Phú Quốc sau năm 2010 cũng tiếp tục dâng lên theo phương trình hồi quy mô phỏng MNBD xác định trong công trình [4] cho thời kỳ 1979-2010, tức là tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến nước ta hầu như không thay đổi so với thời kỳ 1979-2010.

2) Kịch bản trung bình thay đổi hiện trạng (KB2) căn cứ trên giả thiết là MNB trung bình năm tại Phú Quốc sau năm 2010 tiếp tục dâng lên với áp lực gia tăng MNB tối đa so với thời kỳ 1979-2010, đi từ dự báo biến đổi khí hậu toàn cầu sẽ tiếp tục gia tăng tác động đến khí hậu nước ta. Cũng vì thế, kịch bản trung bình thấp hơn không được xét tới.

Kịch bản (KB2) là tình huống dự báo xấu nhất, cần cân nhắc kỹ càng nhằm để xuất các giải pháp ứng phó với hiện tượng xói lở, bồi tụ bờ biển Phú Quốc đến năm 2100.

- Phương pháp mô phỏng toán học: Việc tính toán MNB trung bình năm đến năm 2100 tại vùng biển Phú Quốc tiến hành theo từng kịch bản trung bình xây dựng. Phương trình hồi quy mô phỏng dự báo MNBD được sử dụng là:  $Y = (Kal)t*Kt*(b + a*t)$  (3), với:

Kịch bản (KB1) có hệ số áp lực trung bình từng năm (Kal) = 1.

Kịch bản (KB2) có hệ số áp lực trung bình từng năm (Kal)  $\neq$  1.

Hệ số mô phỏng thực nghiệm từng năm (Kt) tính bằng:  $Kt = Yt/Ytb$  (4), với Yt là MNB trung bình từng năm và Ytb là MNB trung bình cộng của chuỗi số liệu xử lý. Hệ số áp lực trung bình từng năm (Kal) được tính toán trung bình cho cả thời kỳ 32 năm dựa trên điều kiện biên trên của thời kỳ 1979-2010 đưa trong công trình [4], như sau:

- Giá trị MNB năm 2010 tính theo biên trên với  $t=32$  năm, gọi là MNB2010BT.

- Giá trị MNB năm 2010 tính theo trung bình với  $t=32$  năm, gọi là MNB2010TB.

- Khi đó ta có tỷ lệ:

$K = (MNB2010BT/MNB2010TB)$  (5), phản ánh áp lực gia tăng MNB ở điều kiện biên trên (tối đa) so sánh với MNB ở điều kiện trung bình.

- Cuối cùng, hệ số áp lực trung bình từng năm (Kal) được tính bằng:  $Kal = (K)/32$  (6)

Sau khi xác định các tham số của phương trình (3) cho từng kịch bản trung bình dự báo, ta có thể tính toán dự báo MNBD đến năm 2100 tại Phú Quốc theo công thức (2) nêu trên.

**c. Độ tin cậy của các kết quả dự báo MNBD**

- Độ tin cậy của nguồn số liệu sử dụng: Bộ số liệu nguồn sử dụng có độ dài 32 dữ liệu, hoàn toàn đạt yêu cầu sai số quân phương < 6% quy định. Sau khi chuẩn hoá (kiểm định, khử sai số thô) và xử lý bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất [7], thì sai số hệ thống của cả quy trình xử lý số liệu nằm ở 3,2-4,5% [4], hoàn toàn thoả mãn độ tin cậy yêu cầu.

- Độ tin cậy của quy trình dự báo MNBD: Sai số chung của quy trình dự báo MNBD nằm ở khoảng 3,2-4,5% và hoàn toàn thoả mãn độ tin cậy yêu cầu.

- Độ tin cậy của các kết quả dự báo MNBD: Theo công trình [8], MNB trung bình năm tính đến chu kỳ biến động 19 năm của thủy triều và được cập nhật sau mỗi chu kỳ 25 năm. Tuy nhiên, bão và lũ lớn

trên sông-biển thường xảy ra theo chu kỳ 10-11 năm, nên tác giả sử dụng chu kỳ bội số 33năm có đủ dữ liệu tin cậy để dự báo. Độ tin cậy của các kết quả dự báo MNBD thoả mãn yêu cầu sai số quân phương < 6% quy định.

**5. Kết quả và thảo luận**

**a. Xác định các tham số thực nghiệm phục vụ dự báo MNBD tại Phú Quốc**

(1) *Xác định các hệ số áp lực trung bình từng năm Kal ở thời kỳ 1979-2010*

Trong công trình [4], tác giả đã xác định được các phương trình hồi quy MNBD thời kỳ 1979 – 2010 tại Phú Quốc ở điều kiện biên trên và trung bình như trong bảng 1.

**Bảng 1. Các phương trình hồi quy MNB trung bình năm ở điều kiện biên trên**

Điều kiện nghiên cứu	Phương trình hồi quy xác định
- Biên trên	$Y = 87,738 + 0,3159*t$ (7)
- Trung bình	$Y = 87,2176 + 0,2436*t$ (8)

Từ bảng 1, có thể xác định được hệ số Kal cho MNB trung bình năm của kịch bản trung bình cao (KB2) là 1.000919.

(2) *Xác định các hệ số mô phỏng thực nghiệm theo*

*từng năm (Kt)*

Các hệ số mô phỏng thực nghiệm (Kt) được đưa ví dụ cho MNB trung bình năm thời kỳ 1979-2011 như trong bảng 2 dưới đây.

**Bảng 2. Các hệ số mô phỏng thực nghiệm (Kt) theo trung bình năm thời kỳ 1979-2011**

Năm (CK1)	K <sub>t</sub>	Năm (CK2)	K <sub>t</sub>	Năm (CK3)	K <sub>t</sub>
1979	0.995586	1990	0.97996	2001	1.031302
1980	0.992238	1991	0.986657	2002	1.019025
1981	0.987773	1992	0.94536	2003	1.035767
1982	0.982193	1993	0.94536	2004	1.015677
1983	0.995586	1994	0.968799	2005	0.97996
1984	0.99447	1995	0.99447	2006	1.003399
1985	0.973264	1996	0.987773	2007	0.97996
1986	0.966567	1997	0.97996	2008	1.037999
1987	0.958754	1998	1.040231	2009	1.036883
1988	0.981077	1999	1.04358	2010	1.081528
1989	1.004515	2000	1.048044	2011(*)	1.02628

Ghi chú: (\*) MNB và hệ số mô phỏng thực nghiệm Kt lấy theo giá trị đo thực tế năm 2011.

**b. Kết quả dự báo MNBD theo kịch bản trung bình giữ nguyên hiện trạng (Kal = 1)**

Theo phương trình (2, 3) với Kal=1 và sử dụng phương trình (PT) hồi quy (7)-(8), các hệ số mô

phỏng thực nghiệm (Kt) của thời kỳ 1979-2011, kết quả dự báo MNBD thời kỳ 2020 – 2100 theo kịch bản trung bình giữ nguyên hiện trạng trình bày trong bảng 3 dưới đây.

**Bảng 3. Kết quả dự báo MNBD (cm) theo kịch bản trung bình (KB1)**

	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
MNBTBN <sub>t</sub>	93.43	97.88	100.27	104.18	103.85	111.35	110.7	112.97	120.6
MNBTBN <sub>2000</sub>	91.24	91.24	91.24	91.24	91.24	91.24	91.24	91.24	91.24
MNBD (cm)	2.19	6.64	9.03	12.94	12.61	20.11	19.46	21.73	29.36

Từ bảng 3, trong kịch bản KB1 này thì so với năm 2000 vào năm 2050 MNBD sẽ đạt khoảng 12,94cm và đến năm 2100 là khoảng 29,36cm.

**c. Kết quả dự báo MNBD theo kịch bản trung bình thay đổi hiện trạng (Kal ≠ 1)**

Tương tự như trên, theo phương trình (2,3) với Kal≠1, kết quả dự báo MNBD thời kỳ 2020 – 2100 theo kịch bản trung bình thay đổi hiện trạng (Kal≠1) như được tổng hợp trình bày trong bảng 4 sau:

**Bảng 4. Kết quả dự báo MNBD (cm) theo kịch bản trung bình (KB2)**

	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
MNBTBN <sub>t</sub>	97.1	102.67	106.15	111.3	111.97	121.17	121.57	125.21	134.9
MNBTBN <sub>2000</sub>	91.24	91.24	91.24	91.24	91.24	91.24	91.24	91.24	91.24
MNBD (cm)	5.86	11.43	14.91	20.06	20.73	29.93	30.33	33.97	43.66

Từ bảng 4, trong kịch bản KB2 thì so với năm 2000 MNB trung bình năm tại Phú Quốc sẽ dâng cao lên thêm là 20,06 cm vào năm 2050 và đến năm 2100 là 43,66 cm.

**d. Đánh giá các kết quả dự báo MNBD nhận được**

Ngay trong năm 2012 chúng ta vẫn nhận thấy sự xuất hiện các cơn bão trái mùa, các cơn bão với đường đi và sự thay đổi cấp độ phức tạp ở nước ta, đồng thời thời tiết ngày càng trở nên khắc nghiệt, mưa lũ xảy ra dày hơn và kéo dài hơn. Do đó, có thể nhận định là biến đổi khí hậu toàn cầu, khu vực và Việt Nam sẽ ngày càng gia tăng mức độ tác động xấu đến vùng biển Phú Quốc. Với lý do như trên, thì kịch bản trung bình thay đổi hiện trạng với áp lực gia tăng tối đa MNBD tại Phú Quốc (KB2) được coi là có khả năng xảy ra khả thi hơn.

**6. Kết luận**

Trên cơ sở kết quả dự báo đã nhận được về MNBD thời kỳ 2012-2100 trên vùng biển Phú Quốc

theo phương pháp mô phỏng toán học, tác giả rút ra một số kết luận như sau:

1) MNB trung bình năm tại Phú Quốc có xu thế tăng nhanh trong thời kỳ sau năm 2012 gắn với sự gia tăng tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu, khu vực và Việt Nam.

2) MNB trung bình năm thời kỳ 2012-2100 tại Phú Quốc có thể dự báo tin cậy theo phương pháp mô phỏng toán học với công thức:  $Y = (Kal)t * Kt * (b + a * t)$ . Kết quả dự báo MNBD đến năm 2100 tại Phú Quốc theo kịch bản trung bình thay đổi hiện trạng (bảng 4), có thể sử dụng cho mục tiêu nghiên cứu xói lở bờ biển Phú Quốc trong tương lai.

3) Độ tin cậy của phép mô phỏng dự báo MNBD đến năm 2100 tại Phú Quốc đạt yêu cầu quy định về sai số quân phương (< 6%) của phép thống kê dữ liệu thủy văn đo đạc trong thực tế. Song, độ tin cậy có thể cải thiện tốt hơn nhờ việc cập nhật MNB trung bình năm đo đạc theo từng giai đoạn 5-10

năm tiếp theo.

4). Kịch bản trung bình (KB2) là kịch bản có khả năng xảy ra khả thi hơn, nên kết quả dự báo theo

kịch bản này cần quan tâm trong các nghiên cứu khác nhau.

### Tài liệu tham khảo

1. Chi cục Thống kê huyện Phú Quốc (2011), Niên giám thống kê huyện Phú Quốc năm 2010, Kiên Giang.
2. Quyết định số 18/2009/QĐ-TTg ngày 03/2/2009 của Thủ tướng Chính phủ V/v Phê duyệt tổng thể phát triển kinh tế - xã hội vùng biển và ven biển Việt Nam thuộc Vịnh Thái Lan thời kỳ đến năm 2020.
3. Lê Hoài Nam, Hà Quang Hải, Phạm Mạnh Tài, Ứng dụng phương pháp viễn thám và GIS để nghiên cứu sự biến động đường bờ biển Phú Quốc, Hội thảo Khoa học trường ĐHKHTN Tp. HCM lần VII.
4. Lê Hoài Nam, Hà Quang Hải, Phạm Mạnh Tài, Xu thế thay đổi mực nước biển đảo Phú Quốc, Hội thảo Khoa học trường ĐHKHTN Tp. HCM lần VII.
5. Trung tâm Mạng lưới Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2011), Tập số liệu mực nước biển thực đo tại trạm khí tượng hải văn Phú Quốc năm 1979-2010, Hà Nội.
6. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2011), Kịch bản biến đổi khí hậu, mực nước biển dâng cho Việt Nam, Hà Nội.
7. Nguyễn Doãn Ý (2009), Xử lý số liệu thực nghiệm trong kỹ thuật, Nxb KH-KT, Hà Nội.
8. Nguyễn Mạnh Hùng (2010), Biến động bờ biển và cửa sông Việt Nam, Nxb KHTN&CN, Hà Nội, trang 27.